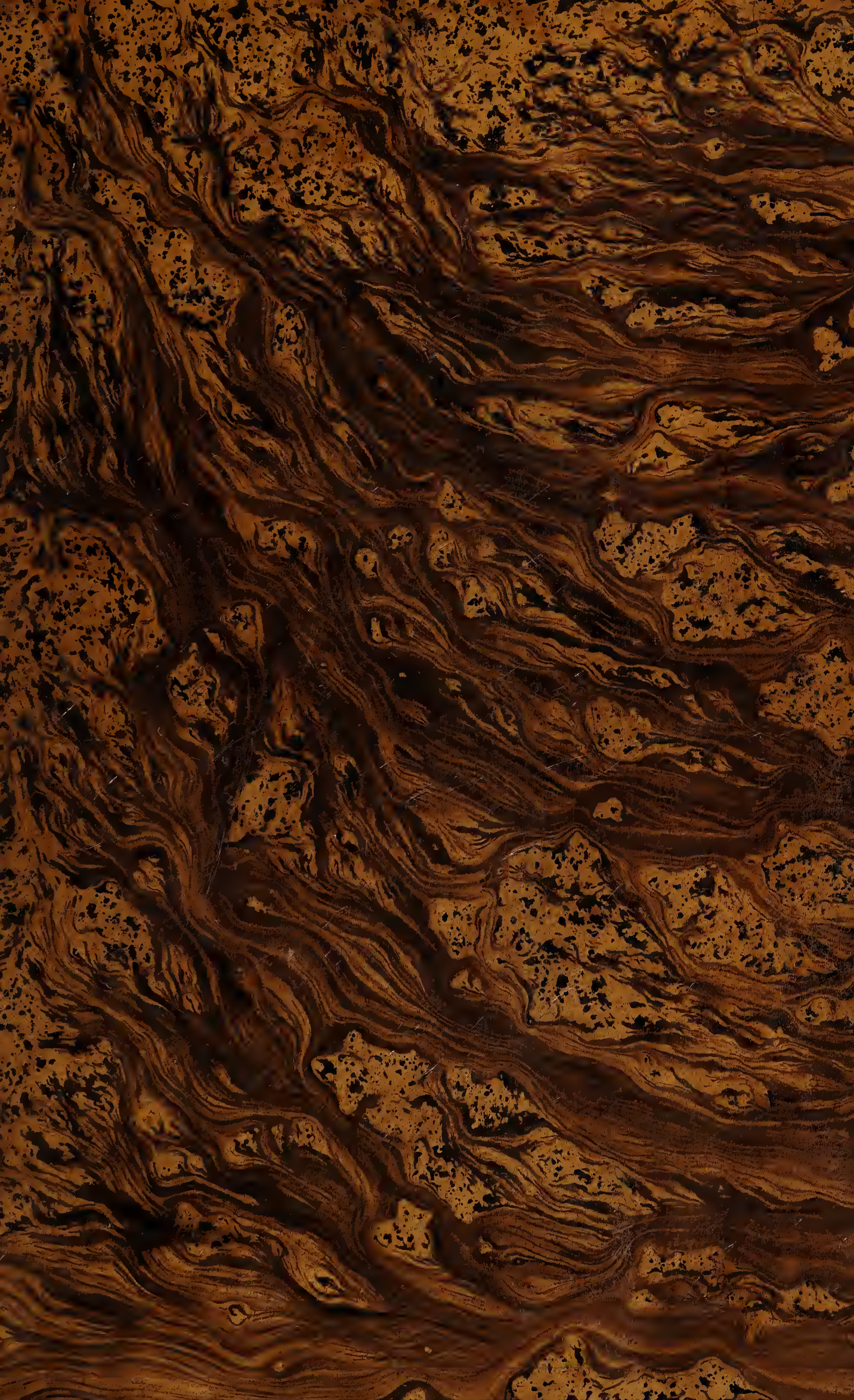
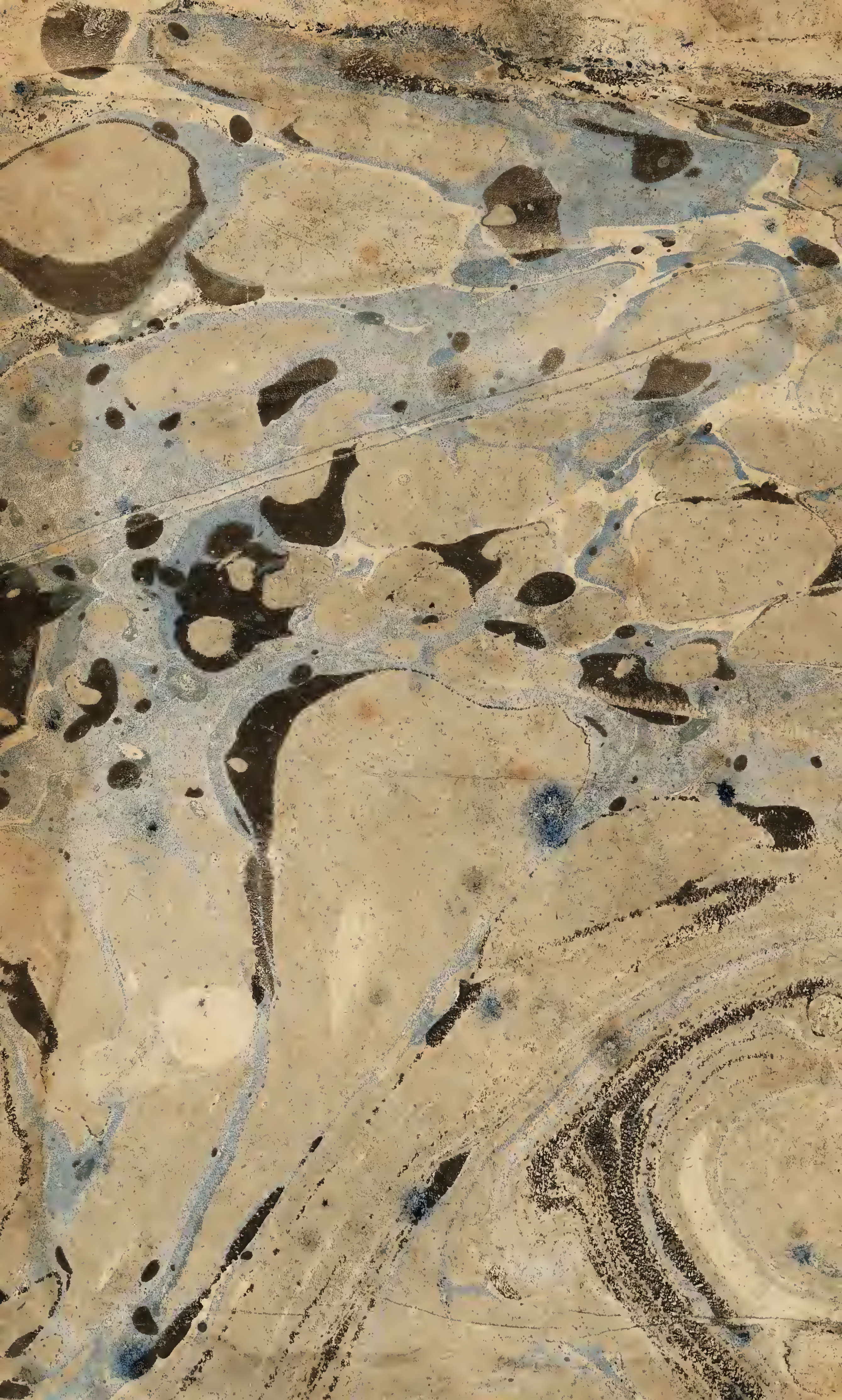
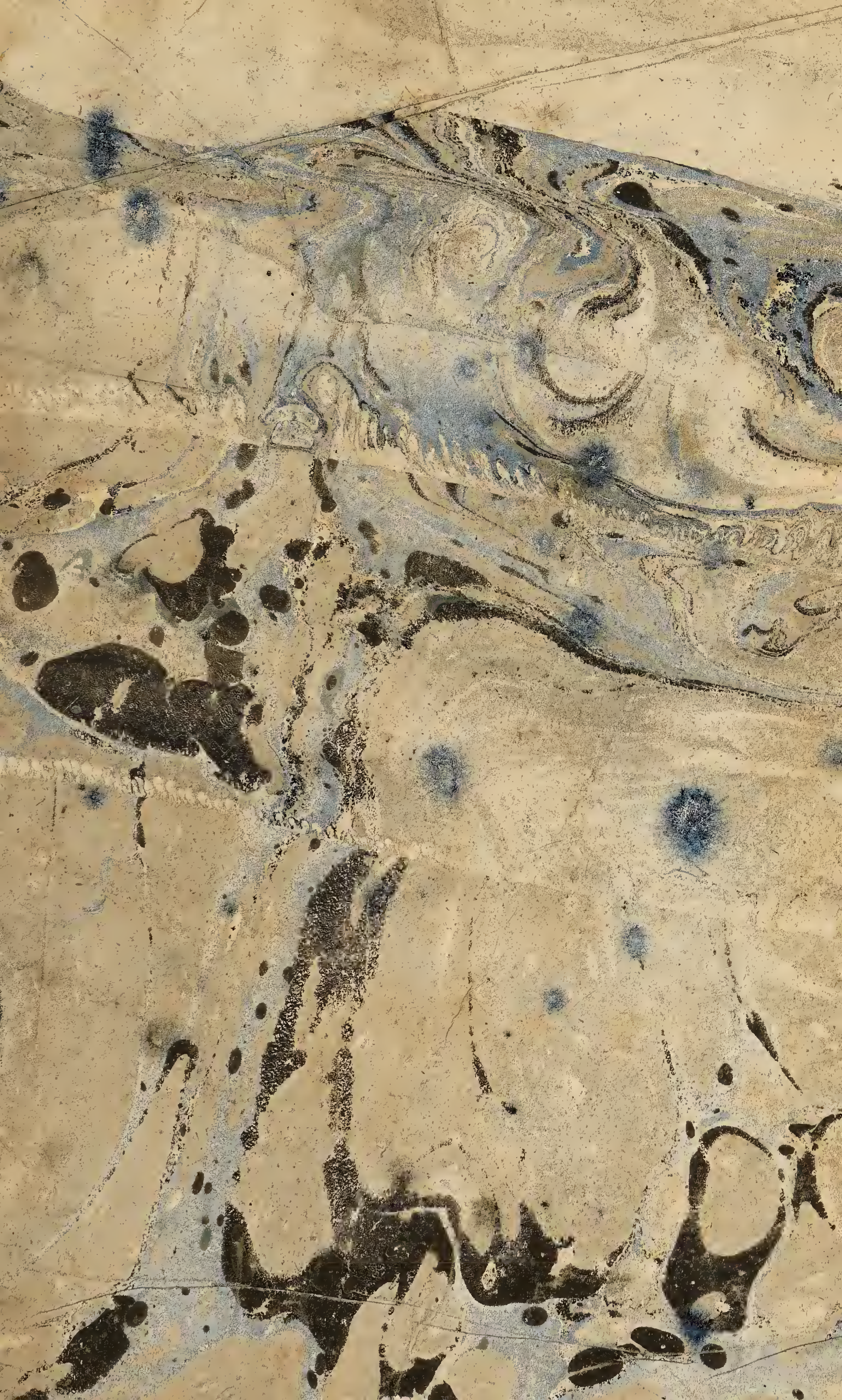






DUMAS.

TRATADO DE QUÍMICA APLICADA A LAS ARTES,

escrita en francés

POR

M. DUMAS,

REPETIDOR DE LA ESCUELA POLITÉCNICA, PROFESOR DE QUÍMICA DEL ATENEO, CORRESPONSAL DE LA ACADEMIA DE TURIN, etc., etc.

y traducido al castellano

POR

DON LUCIANO MARTINEZ.

TOMO II.

MADRID.

Imprenta de D. Benito Hortelano y Compañía,
Pasadizo de San Ginés, número 3.
1845.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

TRATADO

DE

QUÍMICA APLICADA Á LAS ARTES.



CAPITULO I.

Carbono. — Hidrógeno semi-caronado. — Carbonado. — Carburo. — Sesqui-carburo. — Bi-carburo de hidrógeno. — Naphtalina. — Aceite de rosas. — Aceite dulce de vino. — Naphta. — Esencia de Trementina. — Acido carbónico. — Oxido de carbono. — Cloruro. — Ioduro y sulfuro de carbono. — Cianógeno. — Acido hidrociánico. — Acido ciánico y fulmínico. — Cloruro. — Bromuro. — Ioduro y sulfuro. — Seleniuro de cianógeno.

431. La variedad y estension de los artículos que comprende este capítulo manifiestan bastante que el carbono no es de menos importancia bajo el punto de vista químico, que bajo el que ofrece relativamente en la multitud de usos á

que está consagrado en las artes. El carbono es conocido de toda la antigüedad, pero su colocacion entre los cuerpos simples y su historia química no datan sino desde la época en que Lavoisier hizo la revolucion en la ciencia. Despues de este tiempo, el carbono y sus compuestos ha llamado la atencion de los químicos mas esperimentados. Las reacciones de este cuerpo son generalmente limpias, sus combinaciones variadas hasta lo infinito, por decirlo asi, sus aplicaciones muy numerosas, y el campo que estas ofrecen por llenar muy vasto, pero el tiempo y laboriosidad no han sido todavia suficientes para cultivarle completamente. Asi la historia de las combinaciones del carbono, al menos las que pertenecen al reino orgánico, dista mucho de haber adquirido la limpieza y exactitud matemática de que la química mineral nos ofrece tantos ejemplos. En el capítulo actual se hallarán todas las combinaciones de carbono que pueden considerarse como bien conocidas. Mas adelante examinaremos las que ofrecen todavia alguna cosa problemática en la colocacion de sus moléculas.

Carbono.

432. La primera palabra de su historia ofrece un contraste que ha venido á ser popular. El estado físico del carbono varía singularmente, y por modificaciones muy ligeras de agregacion puede ofrecernos este cuerpo el carbon que se destina á los usos domésticos, una sustancia análoga á la plombagina, que sirve para fabricar los lapiceros, ó bien el diamante, cuyo brillo y trasparencia parece alejar toda idea de comparacion con los cuerpos precedentes. Seria por lo tanto imposible el trazar un resúmen de las propiedades del carbono que fuera inteligible, si no se distinguieran cuidado-

samente los diversos estados, en lo cual vamos á ocuparnos. Estudiaremos desde luego el diamante, en seguida la plombagina artificial y la antrácita, despues el carbon vegetal, y en fin, el carbon animal, materias todas muy diferentes por su aspecto y sus caracteres físicos, y al contrario, todas semejantes por su naturaleza íntima, que consiste siempre en carbon puro. Espondremos primeramente en pocas palabras los caracteres generales de este cuerpo.

433. *Propiedades físicas.*—El carbono es siempre sólido, no tiene olor ni sabor; las demas propiedades que le acompañan son muy variables. Ya se presenta cristalizado en forma regular, trasparente, de un brillo cristalino muy notable, mal conductor de la electricidad y del calórico; este es el diamante. Ya presenta una cristalizacion laminosa y confusa, negro perfectamente opaco dotado de un brillo metálico, buen conductor de la electricidad y del calórico; este es el grafito artificial y la antrácita. Ya en fin, se presenta sin ningun indicio de cristalizacion y goza por otra parte propiedades semejantes á las de la antrácita: este es el carbon estraido de las materias vegetales ó animales.

El carbon puro es inalterable por el calor; no es sensiblemente volátil ni fusible.

Se combina con el oxígeno ayudado del calor. El diamante se quema con menos facilidad que la antrácita; esta con menos que el carbon orgánico; en fin, cuando el carbon contiene un poco de hidrógeno, se presta mejor á la combustion: en este caso se halla todo el carbon del comercio. Una vez encendido, por ejemplo, continúa ardiendo en el aire mientras todos los carbones puros se apagan, aunque pueden muy bien quemarse en el oxígeno puro siempre que se les ponga en el estado candente.

Entre las propiedades físicas del carbono hay una que merece la atencion. Todos los cuerpos porosos tienen la facultad de condensar los gases por una accion física mas ó menos análoga á la accion capilar que ejercen sobre los líquidos. Entre los cuerpos porosos el carbon que proviene de la leña es uno de los que poseen esta propiedad en mas alto grado. Esta absorcion no se verifica á la temperatura de 100°. Aumenta de intensidad á medida que la temperatura desciende: los gases absorvidos se desprenden en el vacío. De estos dos hechos debemos concluir que la reaccion es puramente física, y esta opinion será ademas confirmada por los resultados siguientes. Los carbones ligeros de poros abiertos y los carbones demasiado densos ó de poros cerrados, absorven mucho menos gas que los que se hallan en el término medio. El carbon en polvo absorve tambien mucho menos que el mismo carbon en fragmentos ; en fin , el carbon saturado de un gas apenas obra sobre otro ; pero todas estas circunstancias, que se refieren á unas ideas puramente físicas, no pueden esplicar la enorme diferencia que existe en la accion de un mismo carbon sobre gases de naturaleza distinta. Véase la siguiente tabla formada por Saussure segun sus propias observaciones.

1 medida de carbon de leña absorve

90 medidas de amoniaco.	35,00 de hidrógeno carbonado.
85 de ácido hidro-clórico.	9,42 de óxido de carbono.
65 de ácido sulfuroso.	9,25 de oxígeno.
55 de ácido hidro-sulfúrico.	7,50 de azoe.
40 de protóxido de azoe.	1,75 de hidrógeno.
35 de ácido carbónico.	

Pasemos al examen detallado de las diversas variedades

del carbono, antes de estudiar las propiedades químicas de este cuerpo.

Diamante.

434. El carbono en el estado de diamante es un producto natural que el arte no ha podido todavia llegar á imitar. La dureza del diamante es estremada; raya á todos los cuerpos conocidos y él no es rayado por ninguno. Su densidad es de 3,52 á 3,55. No es volátil ni fusible: no se disuelve en ningun líquido; no tiene ordinariamente color, pero presenta sin embargo bastantes veces tintas azules, amarillas, rosadas, verdes ó morenas, que aumentan ó disminuyen su valor segun su hermosura.

El diamante se encuentra ya cristalizado, ya en granos de forma irregularmente redonda. En el primer caso sus principales formas son: el octaedro, el cubo, el tetaedro, y el dodecaedro romboidal. Las faces de los cristales son muchas veces curbilíneas. Mas adelante veremos (váase vidrio) que esta particularidad hace al diamante especialmente á propósito para cortar el vidrio.

El poder refringente, y el poder dispersivo del diamante son uno y otro muy considerables, y contribuyen uno y otro igualmente á darle un brillo superior al de todos los cuerpos que se emplean en la joyería.

Desde los primeros ensayos practicados sobre la combustion del diamante hasta estos últimos años, se han presentado algunos motivos de variacion sobre las opiniones que se han formado respecto á su naturaleza. Ya se le ha considerado como carbon puro, ya como carbon oxigenado, ya en fin como carbon hidrogenado. Todas estas dudas han terminado con las últimas investigaciones de M. Davy, que ha demos-

trado que al quemar el diamante en un esceso de oxígeno, no produce *agua*, y que trasforma una parte del oxígeno en ácido carbónico *sin alterar su volúmen*. Estos dos datos bastan para demostrar que el diamante no es otra cosa que carbon perfectamente puro. Por otra parte, se consume en su totalidad sin dejar resíduo alguno.

435. Despues de haber conocido la naturaleza del diamante, ha debido reflexionarse sobre los medios á propósito para cristalizar el carbon; muchos se han ofrecido al entendimiento, pero hasta el presente todas las tentativas han sido inútiles. No se conoce líquido alguno susceptible de disolver al carbon, lo cual no permite hacer disoluciones de esta manera y evaporarlas. Aun cuando se conociera un disolvente, no podemos estar seguros todavia que cristalizaria el carbon al depositarse. Podrán tenerse mas esperanzas del buen éxito en el efecto de las reacciones químicas lentas, sobre los compuestos líquidos de carbon, que pueden someterse á la influencia de los cuerpos capaces de apoderarse de sus otros principios constituyentes. Los carburos de hidrógeno, el sulfuro de carbono, etc., sometidos á la influencia del cloro, del bromo, y del iodo en circunstancias convenientes, podrán tal vez trasformarse en ácido hidroclórico y en carbon, por una accion bastante prolongada para que este pueda tomar la forma cristalina. Cito estos cuerpos como ejemplo, pero no como los mas favorables, porque su contacto da generalmente lugar á reacciones mas complicadas, que examinaremos en otro lugar. El cloro, por ejemplo, se apodera muy bien del hidrógeno de los carburos de hidrógeno, pero ademas se une tambien al carbono y produce cloruro de carbono.

Siempre que el carbono queda repentinamente á descubierto, se deposita bajo la forma pulverulenta y de un color negro.

No podrá, pues, esperarse buen éxito ínterin la reaccion no sea muy lenta. Bajo este aspecto, las fuerzas eléctricas muy débiles, cuya aplicacion se prolongue mucho tiempo, podrán tal vez ofrecer algun resultado satisfactorio. Los esperimentos de este género, ejecutados por M. Becquerel, han producido ya la cristalizacion de muchos cuerpos que parecian tan difíciles de cristalizar como el carbono, el cobre metálico y el protóxido de cobre por ejemplo.

En estos últimos tiempos se ha buscado el medio de producir el diamante por la accion de una temperatura muy elevada. Los hornos ordinarios no han sido suficientes, se ha recurrido á la accion de una pila voltáica muy poderosa, y se ha creido hallar en los fragmentos de carbon sometidos á la viva incandescencia que la pila podia producir señales evidentes de fusion, y aun se han obtenido glóbulos vítreos; pero todos estos efectos han sido debidos á la ceniza que provenia de la combustion del carbon empleado. Conteniendo esta ceniza silice, potasa y fosfatos, producian al vitrificarse una especie de vidrio, que no se asemejaba al diamante sino por una apariencia muy vaga, en la que el menor exámen podia demostrar la falsedad.

Será natural, atendiendo á la incertidumbre en que dejan las inducciones químicas, buscar si el estado natural del diamante puede indicar el procedimiento por el que este cuerpo ha sido formado en otro tiempo; pero en este caso la incertidumbre es la misma. El diamante se encuentra en los terrenos de trasporte; pero indudablemente es anterior á la época en que estos terrenos fueron removidos por las aguas. Como no podemos tener sino presunciones sobre su situacion originaria, no podemos tampoco asegurar si ha sido producido en los terrenos acueos ó igneos.

436. El diamante es conocido hace mucho tiempo. Los antiguos tributaban á esta clase de ornamento una veneracion fundada sobre la estremada rareza de los diamantes naturales dotados de un brillo y trasparencia un poco sobresaliente. Como ignoraban el arte de tallarlos en formas regulares, la mayor parte de los diamantes perdian todo su valor y quedaban sin empleo. Sin embargo, los lapidarios romanos sabian procurarse el polvo de diamante para desgastar y pulimentar las piedras finas, lo que les guiaria sin duda al arte de pulir los diamantes, el cual está fundado igualmente en la propiedad que este cuerpo tiene de desgastarse y pulirse por sus propios polvos.

El arte de tallar los diamantes es una invencion moderna, que solo data desde el año de 1476. Es debido á Luis de Berquem, que aprovechó con mucha sagacidad algunas observaciones debidas verdaderamente á la casualidad. Este era un jóven natural de Bruges, de familia noble y rica, desconocia enteramente la práctica del arte del lapidario; pero advirtió que frotando fuertemente dos diamantes uno contra otro, se desgastaban y reducian á polvo mútuamente. Esto solo fué suficiente para un espíritu industrioso; en breve puso en práctica este procedimiento y le llevó hasta el grado de perfeccion á que se halla en la actualidad.

La talla del diamante se ejecuta por medio de una plataforma horizontal, de acero muy dulce. Esta se rocia con polvo de diamante desleido en aceite. Este polvo que se llama *restregado ó brujido*, se obtiene frotando los diamantes brutos uno con otro. El diamante que se ha de pulimentar se suelda con estaño á una planchita de cobre que se coge con unas tenazas particulares de acero. Estas tenazas cargadas de un peso, sujetan al diamante sobre la plataforma, á la que se da

entonces un movimiento de rotacion muy rápido por medio de un mecanismo cualquiera. Cuando una cara se ha desgastado se cambia la tenaza de posicion y asi sucesivamente.

Los diamantes que han sido empleados otras veces con su pulimento natural son conocidos con el nombre de *brutos ingénuos*; los que presentan una cristalizacion regular se llaman *puntas naturales*. La mayor parte de los que se encuentran en las armaduras antiguas, estan en este estado. En fin, hay ciertos diamantes muy raros, que resisten al lapidario y que son imposibles de tallar; estos se llaman *diamantes de naturaleza* y se reservan para los vidrieros, ó bien se pulverizan en un mortero de acero como todos los diamantes desechados. Estos polvos sirven para desgastar y pulir los diamantes y las demas piedras duras. Muchas veces se está en el caso de recurrir al corte por medio de un golpe, dado con destreza sobre la herramienta para formar las caras de los diamantes de mala figura. El diamante se corta paralelamente á las caras de un octaedro regular. Para hacer esta operacion con mas seguridad, se empieza por oradar la porcion que se trata de quitar, practicando una ligera entalladura en su alrededor; cuando esta es bastante profunda, se aplica una herramienta de acero, á propósito para el caso, bien afilada y templada, y dando un solo golpe con la destreza necesaria sobre el diamante; se divide en dos partes en el sentido de la entalladura.

Algunas veces tambien se abrevia la operacion del tallado quitando por un procedimiento como de sierra una parte del diamante. Esta operacion se ejecuta por medio de un alambre fino de acero, untado de aceite y polvo de diamante. De esta suerte se destacan los ángulos ó placas, á fin de regularizar la forma del diamante con mayor prontitud.

437. En la época en que Luis de Berquem descubrió el arte de pulir el diamante se contentaban con descubrir su bella trasparencia y su brillo, sin procurar aumentarle; entonces le daban unas formas muy sencillas.

En los diamantes de tallado antiguo, las dos caras principales estan paralelas y los costados en forma de bisel: estas son las que se llaman *piedras en tablas* ó *piedras endebles*. Otras veces se halla derecha solamente la parte esterior del diamante, y tallada en forma de prisma regular la cara opuesta: estas son conocidas con el nombre de *piedras espesas*. Estos nombres manifiestan bastante que el lapidario se ocupaba mas entonces en pulir el diamante sin quitarle mucho peso, que en darle una forma fundada sobre las reglas de óptica, y á propósito para aumentar su poder reflejante.

Esto mismo se llegó á conseguir despues en la talla del rosa, y mejor todavia en la talla de brillantes, únicas formas que se conservan en la actualidad. *La talla de rosa* fué inventada hace doscientos años. El cardenal Mazarin fué el primero que hizo ejecutar la *talla de brillante* sobre doce diamantes conocidos entre las piedras de la corona con el nombre de los *doce Mazarines*.

La talla de rosa es muy sencilla, la parte de abajo del diamante es plana, la de arriba se eleva en forma de cúpula tallada en veinte y cuatro facetas. En ella se advierten seis triángulos, que reunidos por uno de sus vértices forman la punta de la pirámide; otros seis triángulos apoyan sus bases en las de los precedentes, y sus vértices terminan sobre el contorno de la tabla inferior. Estos seis últimos dejan necesariamente otros seis espacios que se subdividen cada uno en dos facetas.

La talla de brillante es evidentemente la misma que se da

á las *piedras espesas*. La forma general es la misma, pero con esta diferencia, que el contorno de la piedra en vez de estar formado por cuatro caras, ofrece ocho, divididas por facetas triangulares ó rombas. Esta parte comprende un tercio del diamante. La parte de abajo formada por los otros dos tercios en vez de presentar un prisma tendido, se compone de facetas simétaicas y correspondientes á las de la parte superior. La mayor parte de las piedras espesas antiguas han sido trasformadas en brillantes.

El diamante brillante es el que presenta por su tallado los efectos de luz y colores mas variados; el diamante rosa lanza tal vez rayos de luz mas vivos, pero tiene menos juego de colores. En el dia es el brillante el mas apreciado; el conocido con el nombre de *regente* ofrece un ejemplo magnífico.

438. El diamante se encuentra siempre en un terreno de alubion que parece bastante moderno, y cuya naturaleza parece la misma en todas las minas conocidas en la actualidad. Estos depósitos estan formados esencialmente de guijarros rodados, envueltos por una arcilla ferruginosa ó arenosa. En estos terrenos se encuentra el óxido de hierro en diversos estados, el cuarzo, la leña petrificada, etc. Estos terrenos estan descubiertos y ocupan grandes superficies. Es, pues, muy interesante advertir las circunstancias que prometen los mas ricos hallazgos, á fin de no esplotar inútilmente grandes estensiones de terreno. Debe advertirse con respecto á esto mismo, que los diamantes mas voluminosos se encuentran siempre en el fondo y en las orillas de los anchos valles, y sobre todo en los sitios donde se encuentra la mina de hierro en granos lisos. En las colinas se encuentran pocos ó ninguno. De este modo deben haberse colocado en efecto, si el terreno que los contiene ha sido trasportado por las aguas. Siendo su

densidad generalmente superior á la de la arcilla y á la de los guijarros ordinarios, han debido depositarse en las partes mas bajas del terreno inundado, con los minerales de hierro que son tambien mas densos que esta clase de materias. El diamante se encuentra generalmente á poca profundidad de la superficie del terreno.

Los terrenos diamantíferos son muy raros; no se conocen sino en la India y en la isla de Borneo en el Brasil.

Las minas de la India conocidas probablemente de mucho tiempo, parece no haber estado puestas en esplotacion sino en los tiempos modernos ; pero ya en 1622 las famosas minas de Golconda empleaban, segun dicen, treinta mil obreros en la adquisicion de esta sustancia preciosa. Las principales estancias del diamante en la India hacen parte del Decan y de Bengala. En el primero de estos sitios es á donde se encuentran casi todas las minas esplotadas antiguamente y en la actualidad. Estan situadas en las cercanías de Visapour ó de Golconda. No produciendo las primeras sino diamantes pequeños, han sido abandonadas sucesivamente; las de las cercanías de Golconda por el contrario, han suministrado los diamantes mas célebres, y en particular el *regente.*

Hácia el principio del siglo XVIII se descubrieron en el Brasil en la provincia de Minas Geraes, unos terrenos diamantíferos bastante ricos para poder satisfacer con su esplotacion las actuales necesidades del comercio. No se han esplotado todavia todos los terrenos de este género que presenta el nuevo mundo.

439. El modo de buscar los diamantes es una operacion muy costosa, y seria casi impracticable en los paises muy civilizados, donde la mano de obra adquiere un valor muy subido, y á donde está abolida la esclavitud. El pequeño volú-

men de los diamantes y su rareza obligan á lavar y á entresacar minuciosamente grandes cantidades de tierra sin resultado alguno las mas veces. Por otra parte, sea cualquiera la precaucion que se tome para evitar la ocultacion que puede haber de parte de los esclavos que los buscan, éstos saben muy bien sustraer una cantidad considerable á la vista de sus inspectores.

En la India se lavan las tierras de diamantes para arrastrar la arena y la arcilla, se trasporta el resíduo que se compone de pequeños guijarros y de mineral de hierro á un sitio bien ventilado, y cuando sus materias estan bien secas, se pasa á buscar en ellas los diamantes por los esclavos que estan en cueros y observados por sus inspectores. Esta operacion se practica al sol; los diamantes se manifiestan mejor entonces entre las otras sustancias con que estan mezclados.

En el Brasil se ejecuta la esplotacion lo mismo al poco mas ó menos, pero con mayor regularidad. La tierra del diamante, llamada *cascalho*, se trasporta junto á una gran tabla de lavar que está dividida en varias separaciones. Esta tabla está inclinada, y en la parte superior de cada una de sus separaciones se halla un negro, que va colocando el cascalho en porciones. Una corriente de agua que se vierte segun conviene sobre las separaciones de la tabla, arrastra la arena y la arcilla, dejando las materias groseras y los diamantes que se entresacan á la mano. Cada taller se compone de veinte negros y de algunos inspectores, que se colocan en unos bancos elevados hácia la parte superior de la tabla. Cuando uno de los negros encuentra un diamante suena las palmas de las manos, viene el inspector, le coge y le deposita en una bolsa de gamuza que está colocada en medio del taller. El negro que se encuentra un diamante de 70 granos de peso, recibe

solemnemente su libertad. A pesar de este premio se hace un contrabando que se evalua en una tercera parte del producto, y que recae sobre los diamantes mas voluminosos y bellos. Muy facil es concebir esta causa ; los negros que se emplean en este servicio pertenecen á particulares que los alquilan al gobierno , y que pueden por consecuencia recibir de ellos los diamantes robados , los pagan el precio , y ademas los ponen en libertad cuando lo juzgan conveniente.

440. Las minas del Brasil suministran cada año de 25 á 30,000 quilates, que componen al poco mas ó menos de 10 á 13 libras de diamantes brutos , cuya cantidad es suficiente para el consumo del comercio ; en otro tiempo han sido mas productivas estas minas , porque suministraban anualmente hasta 15 libras. De esta cantidad solo se obtienen de 800 á 900 quintales de diamantes tallados, propios para entrar en el comercio de la joyería ; todos los restantes se emplean en otros usos que indicaremos mas adelante.

El precio de los diamantes es muy elevado; pero este valor en parte convencional, está sin embargo fundado sobre una base demasiado real para poder esperar que sufra grandes variaciones. La esplotacion de las minas de diamante es tan larga y tan poco productiva , que se aprecia por término medio el gasto para cada quilate en 38 fancos y 20 céntimos, unos (144 reales). Los que no son susceptibles de recibir la talla se venden á razon de 30 á 36 francos el quilate de (113 á 135 reales); pero los tallados se venden mucho mas caros, puesto que deben cubrir en parte los gastos y producir el beneficio de esta esplotacion que es considerable.

En el comercio de los diamantes se parte para la evaluacion del precio de estos objetos, de algunas bases muy fáciles de conocer. La unidad de peso para los diamantes lleva el

nombre de *quilate*. Bruce ha hecho conocer el orígen de esta palabra, que se ha empleado tambien otras veces para indicar el título del oro. En el pais de los Shangallas en Africa, se hace un gran comercio de oro, y de tiempo inmemorial se sirven los habitantes para pesarle de los granos de una planta de la familia de las leguminosas, que ellos llaman *kuara*. Estos granos trasportados á la India sirvieron para pesar los diamantes desde el orígen de su esplotacion. El quilate pesa 4 granos; pero se supone que estos granos son de menos valor que los del antiguo peso, porque se necesitan 74¼ para compensar 72 granos ordinarios.

Ya hemos visto que el precio de los diamantes que no son á propósito para la talla varía de 30 á 36 francos el quilate.

Cuando los diamantes pueden ser tallados y su peso no asciende á un quilate, se venden á razon de 48 francos el quilate (180 rs. y 24 mrs.)

En fin, cuando su peso pasa de el quilate, se toma el cuadrado de este peso y se multiplica por 48. Asi, un diamante cuyo peso sea de 3 quilates, valdrá $3 \times 3 \times 48 = 432$ francos (1627 rs).

Se advierte segun esto, que el precio sube con rapidez á medida que el diamante aumenta de peso.

Estas bases esperimentan pocas modificaciones respecto á los diamantes sin trabajar; pero cuando estan tallados su precio es muy superior, á causa de la mano de obra, de la pérdida de peso y del riesgo que corren al trabajarlos. Se estima la pérdida que esperimenta un diamante por el tallado en la mitad del peso que tenia en el estado grosero. La tabla siguiente manifiesta sus precios aproximados.

Peso medio de los diamantes.	Precio del quilate.	Reales.
$\frac{1}{40}$ de quilate.....	60 á 80 francos.	226 á 297
$\frac{1}{10}$.......... id......	100 á 125.... id....	377 á 577
$\frac{1}{2}$.......... id......	160 á 192.... id....	602 á 723
$\frac{3}{4}$.......... id......	200 á 261.... id....	753 á 983
1.......... id......	220 á 250.... id....	828 á 941
2.......... id......	650 á 800.... id....	2447 á 3012
3.......... id......	1600 á 2000.... id....	6024 á 7530
4.......... id......	2400 á 3000.... id....	9036 á 11294
5.......... id......	4000 á 6000.... id....	15059 á 22588

Estos valores varian mucho en razon de la forma, de la pureza, del color y aun del peso del diamante. Es mucho mas facil vender por ejemplo los diamantes de $\frac{3}{4}$, de 2 y de 3 quilates, que los otros. Cuando hay escasez de diamantes de cierto tamaño su precio se pone mas subido, etc. Por lo comun cuando pasan de un quilate toman por base el cuadrado del peso multiplicado por 192, ó mas bien por un peso determinado para el quilate segun los defectos ó la belleza del diamante.

441. Si los diamantes susceptibles de ser tallados son raros, lo son mucho mas los que reunen un peso algo crecido, una forma ventajosa, un color puro y una hermosa agua; en este caso adquieren un precio muy subido, aun evaluándolos al poco mas ó menos como acabamos de indicar. Estos diamantes son por otra parte tan raros, que se conocen todos los que hasta el dia se han hallado, y apenas se encuentra en las minas uno de esta clase en cada siglo. La mayor parte de los diamantes gruesos que se conocen con el nombre de *diamantes parangones*, vienen de la India. El mas considerable

que se ha encontrado en el Brasil solo pesa 95 quilates; no está tallado; tiene la forma de octaedro natural, y pertenece al rey de Portugal.

Entre los diamantes originarios de la India, se cita el del Bajá de Matun, en Borneo. Su peso es de 300 quilates lo menos (mas de dos onzas): es el mas grueso de todos los diamantes conocidos.

El del emperador del Mogol, pesa 279 quilates, y fue apreciado por Tavernier en 11 millones de francos. Es de una hermosa agua y de buena forma; pero tiene una manchita que disminuye su valor.

El del emperador de Rusia, comprado en el año de 1772, pesa 193 quilates. Se pagaron por él 2,250,000 francos y 100,000 de pension vitalicia. Es de una hermosa agua, muy limpio, pero de mala forma.

El del emperador de Austria pesa 139 quilates, está valuado en 2.600,000 francos.

Por último, el del rey de Francia solo pesa 136 quilates; es conocido con el nombre de *pitt* ó del *regente*, porque fué comprado durante la minoría de Luis XV á un inglés llamado Pitt, por el duque de Orleans, entonces regente. Se pagaron por él 2,500,000 francos, pero se asegura que vale el doble de este precio en razon de su buena forma y de su perfecta limpieza. Pesaba 410 quilates antes de tallarle, y ha costado dos años de trabajo.

442. Los usos del diamante son bastante importantes, aun cuando no se considere como un objeto de adorno. Su estremada dureza le hace preferible á todas las demas materias, para formar los centros en las piezas delicadas de relojería que no deben sufrir alteracion. Puede tambien aplicarse el diamante para guarnecer los agujeros de las hileras, que se-

rán entonces de una duracion indefinida, é invariables en sus diámetros. Los vidrieros como todos saben hacen uso de él para cortar el vidrio, segun veremos mas adelante; y en fin, el polvo de diamante se emplea para pulir las piedras finas.

Grafito ó Plombagina.

443. Se conoce con este nombre un compuesto de carbon y de hierro que se encuentra en la naturaleza, y que se aplica para fabricar los lapiceros llamados comunmente de lapiz plomo. Se ha dado el mismo nombre por analogía, pero sin razon á una variedad de carbon puro que se separa de la fundicion de hierro, que se enfria lentamente, y que cristaliza en láminas micaceas semejantes de todo punto al grafito por el aspecto. Al ocuparnos del hierro daremos mayores detalles sobre este asunto.

Antrácita.

444. Esta es tambien probablemente una variedad de carbon puro. La antrácita se aproxima mucho á la ulla por sus caracteres físicos; pero difiere de esta totalmente por carecer del hidrógeno que comunica á la ulla la propiedad de quemarse con llama.

La antrácita es mas negra que el grafito; es friable, áspera al tacto, y deja una señal de un negro mate sobre el papel. Su densidad es de 1,8. Su testura es unas veces hojosa, otras compacta, y otras granujienta. Es perfectamente opaca. La antrácita parece un intermedio entre el grafito y la ulla. Se halla bastante abundante para que se deba buscar y emplear como combustible. Bajo este aspecto sobre todo es como la consideraremos en uno de los capítulos siguientes. En Es-

paña se hace uso de una variedad de antrácita para reemplazar al negro de humo en la pintura al óleo.

Carbon vegetal.

445. Hasta ahora no hemos examinado, por decirlo asi, nada mas que el carbon producido por la naturaleza; los que nos faltan que estudiar, son todos estraidos de las sustancias orgánicas. Estas están formadas de carbono, de oxígeno y de hidrógeno á los cuales se reune algunas veces el azoe. Calentando estas materias al abrigo del aire, pierden el oxígeno, el hidrógeno y el azoe, que se desprenden bajo la forma de agua y de amoniaco, ó bien en combinacion con una parte del carbono. Pero generalmente predomina este cuerpo en tal cantidad, que siempre queda una porcion considerable como resíduo; tal es el procedimiento de la carbonizacion que estudiaremos con cuidado en el capítulo siguiente.

No es posible llegar á obtener el carbon puro de las materias orgánicas, sin tomar para ello algunas precauciones. Uno de los mejores medios consiste en descomponer una sustancia vegetal, tal como el azucar, despues de haberle purificado cuidadosamente por repetidas cristalizaciones. De otra suerte quedarian siempre en el carbon las sales terrosas ó alcalinas que hacen accidentalmente parte de la misma sustancia, y que constituyen las cenizas que el carbon de leña ó de coke dejan siempre despues de su combustion. Las sales alcalínas ó terrosas contenidas en el carbon, con tal que la cantidad no sea demasiado crecida, influyen poco á la verdad sobre sus caracteres físicos ó químicos.

Ademas, como las últimas porciones de hidrógeno no se desprenden sino por la accion de una temperatura muy ele-

vada, el carbon no puede estar puro sino cuando ha sido espuesto media hora lo menos al calor de una buena forja.

De esta clase de carbon no se hace uso sino en los laboratorios, mientras que el carbon ordinario cargado de ceniza y reteniendo mas ó menos cantidad de hidrógeno, se emplea como es sabido en una multitud de usos económicos. Vamos á examinar sucesivamente las principales propiedades del carbon ordinario, y á compararlas con las del mismo carbon despojado de todo su hidrógeno por una calcinacion prolongada. Se advertirá que de esta circunstancia tan ligera en apariencia, resultan grandes diferencias en las propiedades. Aqui nos detendremos sobre todo en el carbon de leña.

446. Las propiedades del carbon vegetal son muy variables bajo ciertos aspectos. Este cuerpo se presenta siempre negro; su fractura es las mas veces brillante; pero es áspero cuando se halla reducido á polvo. Jamás se presenta trasparente. Cuando la materia de que proviene no es fusible; el carbon conserva la forma de los pedazos espuestos al fuego. En el caso contrario se obtiene esponjado y lleno de concavidades y puede decirse, sin embargo, que conserva la forma que tiene la sustancia de que proviene, en el instante de la carbonizacion. Tal es el carbon de azúcar, el de goma, el de gelatina, etc. En efecto, estas materias se funden desde luego, en seguida se llenan de burbujas producidas por el vapor de agua, ó por los gases que se desprenden, se solidifican en este estado y se carbonizan completamente, perdiendo los otros principios constituyentes que contienen.

Algunas veces tambien se presenta el carbon en el estado pulverulento. Esto sucede siempre que se carboniza una materia orgánica mezclada con un cuerpo fijo á la accion del fuego, y que tiende á separar unas de otras las moléculas de

carbon á medida que quedan libres. Esto se efectúa tambien cuando se descompone por el calor una sustancia volátil forzándola á que atraviese un tubo candente. En este último caso el carbon se deposita en polvo fino que se amolda sobre los tubos, tomando lo forma y pulimento que estos tienen, y se destaca en capas mas ó menos brillantes por el lado del contacto, pero ásperas siempre por el otro. No obstante, si los tubos permanecen mucho tiempo al fuego, las moléculas de carbon se condensan y adquieren mucha agregacion.

Asi es como se encuentran algunas veces en los tubos de alumbrado por el gas unos carbones depositados que tienen una densidad casi igual á la del diamante, que dan chispas con el eslabon y rayan el vidrio, conservando siempre la opacidad y el color negro del carbon ordinario.

447. El carbon varia en sus propiedades en razon de la naturaleza de la leña y de la temperatura que ha esperimentado. Las leñas compactas producen carbones mas compactos que las que forman con sus fibras un tejido flojo ó abierto. La temperatura elevada hace mas compacto el carbon. Esta diferencia asi como otras muy curiosas que se presentan á la consideracion, han sido observados por muchos químicos y estudiadas recientemente por M. Chevreausse (Anales de qui. T. XXIX, pág 427).

Siempre que la leña se calienta en una retorta hasta el punto de no desprenderse de ella ningun vapor, es un verdadero carbon el resíduo que se produce; pero elevando la temperatura de la retorta hasta el grado rojo, las propiedades de este carbon cambian enteramente, y tanto cuanto mas se eleva la temperatura, tanto mas admirable se hace este cambio.

En efecto, se observan las diferencias siguientes:

	Carbon sin enrojecer.	*Carbon enrojecido.*	*Carbon al grado blanco*
Facultad conductriz para la electricidad.	malos conductores.	buenos conductores.	escelentes conductores.
id. para el calor.......	muy malos conductores..................	buenos conductores.	escelentes conductores.
combustibilidad........	muy facil...........	menos facil..........	dificil.

Entremos en algunos detalles sobre este asunto, y manifestemos las aplicaciones que se deducen de sus principios.

448. Mucho tiempo hace que se conoce la gran diferencia que existe relativamente á la combustibilidad del fluido eléctrico entre los diferentes carbones; estas nociones aun se han hecho familiares despues de los bellos esperimentos galvánicos de M. Davy, que no podian tener buen éxito, sino haciendo uso de carbon que se hubiera calentado hasta el grado rojo vivo y enfriado en seguida. De aqui se deduce que para la construccion de los para-rayos debe emplearse esclusivamente esta clase de carbon. En el que se vende para la combustion ordinaria, apenas se hallarán de cada cien pedazos, mas de uno ó dos que sean á propósito para conducir el fluido eléctrico. Es preciso por lo tanto convertirle en brasas, porque de lo contrario su empleo será mas bien pernicioso que útil.

Con respecto á la facultad conductriz del carbon para el calórico, los esperimentos de M. Berzelius han manifestado que esta facultad es muy considerable en los carbones que han sufrido una temperatura muy elevada, tal como los que han escapado á la combustion en los ornos altos y que se encuentran entre las escorias. Estos carbones son tan buenos conductores, que enrojeciendo por un estremo un pedazo de cinco ó seis pulgadas, muy en breve no puede tocarse el otro sin quemarse.

Esta última facultad está eminentemente ligada con la combustibilidad y al mismo tiempo la contraria. Si se calienta un punto de un carbon mal conductor hasta el grado rojo, este carbon continuará quemándose. Si la misma operacion se practica con un carbon buen conductor, al momento el esceso de temperatura se propagará por la masa y el punto enrojecido se enfriará hasta el punto de estinguirse. En una misma calidad de leña, los carbones que no se hallan enrojecidos arderán con mucha rapidez, mientras que los que hayan sufrido esta operacion ardan mas lentamente y sostendrán el fuego por mas tiempo. Los carbones obtenidos, despues de la destilacion de la leña en vasos cerrados, se hallan generalmente en el primer caso; los carbones obtenidos por las pilas, se aproximan al segundo término, aunque distan mucho del máximun.

449. No se podria tener sino una idea muy incompleta de este género de propiedades si no se hicieran entrar en las consideraciones precedentes, las que se refieren al estado de la leña de que proviene el carbon. Las leñas compactas producen carbones menos combustibles que las leñas flojas. En efecto, estando llenos de aire los vacíos que contiene el carbon disminuyen su facultad, conductriz para el calórico, y la masa lo conduce tanto peor cuanto mayor es el número de estas cavidades.

De aqui resulta que los combustibles muy ligeros y poco carbonizados producirán un carbon muy combustible. Tal es el carbon de cáñamo ó de cañamiza; tal será tambien, pero en un grado mas inferior el cisco de los hornos del pan y los carbones de madera blanca. El carbon que proviene del trapo viejo posee tal combustibilidad, que en muchos paises se sirven de él en vez de yesca. Se llena de este carbon una ca–

jita de hoja de lata que tiene su tapa correspondiente; cuando se quiere hacer fuego se abre y se bate un pedernal con el eslabon ; las chispas que se producen caen sobre el carbon y este se pone en combustion, que avivado por un soplo ligero es lo suficiente para encender las pajuelas.

Los carbones de leña compacta y dura son por el contrario poco combustibles, y tanto menos, cuanto mas elevada sea la temperatura que han esperimentado. Los carbones de encina ó de haya, arden peor que los de leña blanca; pero los de boj, y los de ébano arden todavia mucho peor. Bajo el mismo aspecto hay que considerar lor carbones que provienen de las materias orgánicas fusibles. Cuando estos han estado espuestos á una temperatura muy elevada, no arden sino con muchísima dificultad, y se apagan tan luego como se los deja de calentar, operando en el aire.

Si la combustion se hace en el oxígeno, todos estos carbones una vez puestos en ignicion, continuan ardiendo hasta quemarse en su totalidad; pero la combustion es mucho mas rápida en los carbones flojos y poco espuestos al fuego anteriormente que en los compactos, y que han sufrido antes mucho fuego.

450. El carbon abandonado al aire se altera prontamente; absorve la humedad de la atmósfera con tal rapidez, que el carbon ordinario al cabo de algunos dias contiene toda el agua que puede estraer del aire. La absorcion es tanto mas rápida, y tanto mayor cuanto mas compacta es la testura del carbon; pero sin embargo, esta absorcion no es jamás muy considerable, y la temperatura á que se ha efectuado la carbonizacion parece que tiene poca influencia en este fenómeno. Esto es lo que manifiestan los esperimentos de M. Chevreusse; segun este observador, 100 partes de carbon colo-

cadas en un aire saturado de humedad, esperimentan los aumentos de peso siguientes:

	Carbon de álamo blanco sin enrojecer.	Id. enrojecido.	Carbon de guayacan sin enrojecer.	Id. enrojecido.
1.° dia...	0,176....	0,153.........	0,058..........	0,021
3.° dia...	0,235....	0,230.........	0,082..........	0,040
30.° dia..	0,235....	0,235.........	0,119..........	0,094

Resulta de esto, que sobre mil libras de carbon ordinario que no hubieran sufrido otra influencia que la del aire, solo se tendrian dos ó tres libras de agua absorvida; pero los resultados serán muy diferentes mojando el carbon, porque entonces puede absorver una cantidad muy considerable de este líquido.

Segun M. Chevreusse, los carbones precedentes saturados de agua por inmersion, han tomado para cien partes:

carbon de álamo blanco sin enrojecer.......	753
id. enrojecido................................	482
carbon de guayacan sin enrojecer...........	77
id. enrojecido................................	46

Para el álamo blanco, segun se ve, las cantidades son enormes. Esto nos advierte que al hacer una compra de carbon, y particularmente siendo por medida, como el carbon mas pesado es el mas apreciable, debe cuidarse sobre todo que se halle bien seco. La presencia del agua causa una pérdida doble, tanto porque se paga mas caro el carbon, cuanto porque una gran parte del calor que produce se emplea inútilmente en evaporar el agua que contiene.

Es bastante raro que los carbones del comercio no contengan de 8 á 12 partes por 100 de agua.

451. Ademas de esta alteracion que esperimenta con

tanta prontitud el carbon de leña, sufre otra que solo se manifiesta despues de mucho tiempo, y que se hace muchas veces perjudicial en los grandes depósitos de este combustible. Cuando se conserva durante mucho tiempo se vuelve muy friable, y cada vez que se le remueve para trasportarlo se forma una gran cantidad de polvo. Los carbones flojos son mas alterables de esta manera que los compactos. Se atribuye generalmente este efecto á la cristalizacion de las sales contenidas en el carbon, que producen un fenómeno semejante al del hielo ó al de las disoluciones de sulfato de sosa sobre las piedras de construccion; por lo menos, es muy cierto que los carbones impregnados de disoluciones salinas se alteran mucho antes que los carbones ordinarios. Esta alteracion podrá evitarse probablemente manteniendo los almacenes bien secos; pero rara vez se guarda este combustible largo tiempo sin hacer uso de él.

Negro de humo, etc.

452. El carbon vegetal se emplea como color, y suministra diversas variedades de negro, el *negro de humo*, el *negro de melocoton*, el *negro de Alemania*, el *negro de España*, etc. Estas variedades de carbon son debidas al procedimiento de carbonizacion, ó á la naturaleza de las sustancias carbonizadas.

Los negros de España, de sarmientos, de bonetero y de melocoton, estan en este último caso. El negro de bonetero se hace con las ramas tiernas de este arbusto. Se ponen en un crisol ó en un cilindro de fundicion unos trozos de esta leña; se enloda el vaso dejando algunas salidas para los gases, y se calienta hasta el grado rojo. Despues de haberse enfriado

se sacan los pedazos carbonizados, y en este estado se introducen en el comercio, se cortan como las puntas de lapiz, y sirven para contornear. Como este carbon es muy poco coherente, se le da algo de cuerpo introduciéndole en cera ó sebo fundidos.

El negro de sarmientos se hace de esta leña, el de melocoton con los huesos de esta fruta, el de España con los desperdicios del cáñamo. El primero y el último son muy dulces, muy finos, y producen reflejos pardos. El segundo es mas duro, pero se hace muy fino cuando se muele bien, y produce reflejos azulados; todos se preparan como el precedente.

El negro de Alemania es de todo punto diferente; se obtiene carbonizando una mezcla de racimos de ubas, posos de vino desecados, huesos de melocoton, raspaduras de marfil, ó pedazos de huesos en proporciones variadas, segun se desea obtener un reflejo azulado ó amarillento. Este negro se emplea en la estampacion de láminas. Como contiene las sales solubles que provienen de las heces del vino, es preciso lavarle antes de hacer uso de él.

453. El negro de humo es el que se consume en mayor cantidad: su formacion es debida á una circunstancia muy fácil de concebir. Supongamos un compuesto gaseoso de hidrógeno y de carbono puesto en contacto con una cantidad de oxígeno que pueda solamente trasformar el hidrógeno en agua, y que se eleva la temperatura; todo el hidrógeno se combinará con el oxígeno para formar agua, y el carbon quedará depositado: esto es lo que pasa al poco mas ó menos en la fabricacion del negro de humo, con la diferencia que en vez de emplear gases carbonados, se hace uso de la resina ó del aceite, calentándolos lo suficiente para que produzcan gases ó vapores oleaginosos, que se someten á una combustion im-

perfecta, por la cual el carbon se deposita en copos ligeros.

El aparato que se emplea para este efecto es muy sencillo: cuando se hace uso de la resina ó de la brea, se compone de una cámara cilíndrica, en la cual puede moverse un cono de chapa de hierro atravesado por un agujero en su cúspide, que sirve á la vez de chimenea durante la combustion, y de raspadera cuando la operacion ha terminado. En efecto, teniendo la base del cono casi el mismo diámetro de la cámara, cuando se le hace descender rozan sus bordes sobre las paredes de esta, y despegan todo el negro de humo que se ha depositado, reuniéndolo por este medio en su fondo. Las paredes de la cámara estan forradas de piel de carnero ó de unas telas groseras, para que los copos de carbon se depositen con mayor facilidad. La combustion se ejecuta en un horno colocado en la parte esterior, en cuyo fogon se pone una marmita de fundicion que contiene la resina ó la brea destinada á producir el negro de humo. Se calienta la marmita, se inflaman los vapores, y la operacion marcha por sí misma. La esperiencia hace conocer bien pronto las dimensiones que deben darse á los agujeros para la salida ó entrada del aire. (Lám. 15, fig. 4.)

454. En las cercanías de Sarrebruk se fabrica el negro de humo por medio de la combustion imperfecta de la ulla. Este negro se emplea para la marina, y en general para todos los embreages que no exigen un color muy fino. El procedimiento que emplean para su fabricacion es sencillo y bien dirigido á la vez. Su descripcion la hemos tomado de la memoria de M. Duhamel, hijo (An. de Minas, t. X, núm. 55).

El aparato se compone principalmente de un largo canal inclinado que sirve de fogon, de una cámara espaciosa en forma de bóveda, donde se deposita desde luego el negro de

humo, de una cámara mas pequeña donde se concluye de depositar, y cuyas aberturas sirven para regularizar el tiro ; en fin, de otra última cámara colocada sobre la precedente y que sirve de chimenea. Como en este aparato hay algunas partes que exigen una construccion detenida , vamos á describirla detalladamente.

LÁM. 15, FIG. 5. A. El fogon cuyo suelo está formado de ladrillos, asi como los costados de la bóveda.—O. Cimiento de arcilla y de paja picada que sirve para impedir la separacion de la bóveda.—B. Pequeñas paredes que rodean los fosos C destinados á recibir el cokc que se retira del fogon cada cinco horas.—D. Barra fuerte de fundicion que divide el orificio del fogon en dos partes casi iguales. La superior está tabicada de ladrillos con arcilla durante la operacion. —S. Cámara destinada á recibir la mayor parte del negro de humo ; su suelo debe estar cubierto de ladrillos colocados de plano y al abrigo de toda humedad por medio de unos canales inferiores y de una capa de arena gruesa estendida sobre los ladrillos.—E. Agujero practicado en medio de la bóveda; éste se halla cerrado con una piedra plana durante la operacion , y solo se abre cuando esta ha terminado , á fin de refrescar la cámara S. y el departamento F.—G. y H. Son dos agujeros para dar paso al humo al departamento F. Hay dos iguales á cada costado: el primero está mas elevado, á fin de que pueda pasar un hombre.—I. Agujero que sirve de comunicacion á los humos de la cámara en la chimenea K , que está superiormente ; hay dos iguales.—L. Saco de estopillon que cubre cada uno de estos agujeros ; está sostenido verticalmente por el auxilio de una cuerda, y fijado sólidamente al rededor de su base, y replegado por fuera por medio de unos ladrillos.

Fig. 6. Elevacion de la fachada anterior de un horno.— M. es una ventana por la cual se entra en esta galería para colocar los sacos, ó apagarlos cuando se prenden fuego; esta ventana está siempre abierta para dar paso á los vapores que deben desprenderse de todo el negro de humo que desde luego contiene.

Fig. 7. Corte de un horno al través de la cámara S. Asi en esta figura como en la precedente, las mismas letras indican los mismos objetos que en la figura 5.

455. La ulla que se emplea en estos hornos es de tal naturaleza, que puede considerarse como una ulla seca. Está ulla se estrae en gruesos cuarterones de forma cúbica, pero antes de emplearla es forzoso romperla con unas mazas de hierro en pedazos del grueso de dos puños á lo mas. En cada horno se introducen cerca de 7 kilógramas, que en medida hacen (2 fanegas), sin que esto se tenga por una regla invariable, empleando siempre tanta menos, cuanto mejor sea su calidad. Se forma un pequeño monton cerca del orificio del horno, se pega fuego ayudando la accion con un poco de leña seca; cuando está bien encendido se estiende la ulla en brasas con un urgon largo de hierro que tiene un mango de madera, llevándola hasta el recodo ó ángulo de inclinacion del horno, lo que forma una longitud de 16 decímetros (69 pulgadas), alli se reune con el mismo urgon, y se forma un monton que ocupa la posicion que tenia desde luego. Esta operacion se renueva cada cuarto de hora durante cinco horas poco menos; á este tiempo, la ulla que se ha empleado se halla despojada de todo su betun, y queda en el estado de cokc que se estrae del horno (á escepcion de una pequeña cantidad necesaria para poner la nueva ulla en combustion), y se hace caer al foso que se halla practicado delante y por

debajo del orificio del horno, y allí se apaga con el agua.

El horno se vuelve á cargar con una cantidad de ulla igual á la primera, y se continúa esta operacion del mismo modo durante veinte dias.

A medida que se hace la combustion de la ulla, los humos pasan por toda la prolongacion del horno, van á dar á la gran bóveda S, donde se deposita la mayor parte del negro que contienen; continúan su curso por los arcos G G, y los agujeros H H, para ocupar la cámara F, en la cual precipitan lo restante del negro, y en seguida se elevan por el agujero L á la chimenea K, de donde salen para perderse en la atmósfera. Como estos humos no se despojan enteramente de todo el negro que contienen, para evitar que esta porcion se escape con ellos, se coloca como se ha dicho sobre el agujero L un saco de tela muy clara para que sirva al humo como de criba.

Facil es concebir que cuando este saco se ha cubierto por su interior de una capa de negro de humo, la circulacion del aire en el horno, y por consecuencia, la actividad de la combustion se hallan detenidas; para reanimarlas coge el obrero el estremo de la cuerda é imprime en ella un sacudimiento, semejante al que se hace esperimentar á una cuerda de una campanilla, y agitando de esta suerte el saco, se desprende el negro que cae al fondo de la cámara.

El procedimiento que acabamos de describir parece muy sencillo, pero exige no obstante la contínua atencion de los obreros que le ejecutan. Es necesario que el fuego no sea ni demasiado activo ni demasiado lento; en el primer caso los vapores calientes en demasía encienden los sacos al atravesarlos, y los consumen algunas veces; en el segundo el negro de humo que se obtiene es muy pesado,

y por consecuencia, de mediana y aun de mala calidad.

Se ha notado que en los grandes vientos disminuye considerablemente, pero que entonces es de muy buena calidad. Lo contrario sucede durante las lluvias; el negro es mas abundante, pero la calidad es muy inferior. Los hornos recien construidos presentan el mismo inconveniente que la lluvia; parece, pues, que el negro de humo se carga fácilmente de mucha humedad, que la retiene con mucha fuerza, y que esta humedad facilita su agregacion. En una estacion demasiado caliente la fabricacion es muy lenta; los tiempos secos y frios y los dias de heladas son los mas favorables y que presentan mas ventajas.

La duracion de cada fuego es de veinte á veinte y un dias; no se deja apagar sino para recoger el negro de humo y hacer las pequeñas reparaciones necesarias, lo que solo puede exigir dos á tres dias á lo mas.

456. Cuando los hornos han estado ardiendo durante veinte dias, se reune el negro de humo que contienen las bóvedas; para esto tapa un obrero con ladrillos y arcilla el orificio del fogon. Otro obrero tapa los agujeros colocados en la parte superior de la bóveda en medio de su longitud; otro abre las puertas N, que han estado cerradas hasta entonces, y entra en las cámaras S. y F, á donde reune en un solo monton con una escoba de ramas de abedul el negro de humo que se ha depositado alli, y forma una capa de 65 á 97 centímetros de (334,75 á 499,55 líneas). Esta operacion, que se ejecuta inmediatamente despues que el fuego se ha estinguido en los hornos, es indispensable para impedir que el negro de humo se ponga en combustion por el contacto del aire á la manera de los piroforos.

Cuando las bóvedas estan bastante frias para poder per-

manecer en ellas mas tiempo, se retira el negro introduciéndole en unos sacos de tela que se desocupan en un almacen cuyo suelo está enlosado, porque siendo de tablas corre peligro de quemarse.

El negro de humo se pasa por un tamiz, despues se empaqueta en unos sacos que tienen al poco mas ó menos 130 centímetros de altura (669,50 líneas) 28 de diámetro (144,20 líneas), los cuales no se llenan al principio sino hasta la altura de 32 centímetros (164,80 líneas). Introducida esta cantidad se mete una mujer en el saco con los pies desnudos, y agarrando con las dos manos la boca por sus bordes, tira hácia arriba al mismo tiempo que comprime con los pies por todo el contorno el negro de humo; cuando está bien comprimido sale é introduce una cantidad igual á la primera, y continúa la misma operacion hasta llenar el saco en su totalidad, cerrando en seguida la abertura lo mejor posible. Para impedir que el negro de humo salga por las mallas de la tela, se deslie en el agua una cantidad de tierra gredosa bien suave, y con una brocha de pelo largo ó un pincel voluminoso se cubre bien todo el saco de esta sustancia. En otro tiempo se sirvieron de la brea para este objeto, pero renunciaron á esta materia por el mucho coste que tenia, y porque los sacos se ponian en breve fuera de servicio; en la actualidad se sirven con buen éxito de un engrudo de harina claro. Se ponen á secar bajo un covertizo los sacos enlodados, y cuando estan secos enteramente se conducen al almacen, á donde permanecen hasta su venta.

Un saco lleno de negro de humo pesa de 44 á 56 kilógramas (95,6316 á 121,8124 libras); algunos sin embargo los dan la capacidad de 70 kilógramas (152,2400 libras), pero esto es bastante raro y manifiesta una mala fabricacion.

1000 kilógramas de ulla (2175,440 libras) dan en un término medio 33 kilógramas (71,7242 libras) de negro de humo y de 400 á 500 kilógramas (870,176 á 1087,720 libras) de cokc.

457. El negro de humo ordinario dista mucho de ser carbon puro. M. Braconnot que ha practicado su analísis ha encontrado diversas sustancias, á saber:

Carbono	79,1
Materia resinosa	5,3
Materia bituminosa	1,7
Ulmina	0,5
Sulfato de amoniaco	3,3
Id. de potasa	0,4
Id. de cal	0,8
Fostato de cal muy ferruginoso.	0,3
Cloruro de potasio	señal
Arena cuarzosa	0,6
Agua	8,0
	100,0

M. Braconnot no dice de donde proviene el negro de humo que ha examinado, pero la presencia del amoniaco y la del ácido sulfúrico indican que proviene de la ulla y no de la resina. Sea esto como quiera, se advierte que el negro de humo no puede obtenerse puro sino despues de haberle tratado por el alcohol, y puesto en digestion con una disolucion de potasa para privarle de la ulmina, la resina y el betun, y tratándolo en seguida por el ácido hidroclórico para estraerle las sales terrosas; y por último, bien lavado con agua y desecado.

Asi la presencia del agua como la de las materias resinosas y bituminosas, parecen perjudiciales en algunas circunstancias. Muchos litógrafos han advertido por lo menos que el negro de humo que forma la base de sus tintas se mejora mucho por una calcinacion en vasos cerrados.

Es necesario no confundir el negro de humo con el ollin que forma el humo en las chimeneas. Este es tambien el producto de una combustion imperfecta, pero su composicion es muy diferente.

La preparacion del carbon vegetal que se destina á la combustion, es demasiado estensa é interesa á muchas artes importantes para tratarse en este lugar. Los detalles necesarios se hallarán en el capítulo siguiente, el cual está consagrado casi enteramente á su esplicacion.

Carbon animal.

458. El carbon animal apenas difiere en apariencia del carbon vegetal por sus propiedades físicas ó químicas, pero bajo ciertos puntos estan siempre bien lejos de asemejarse. Asi como el primero retiene casi siempre al hidrógeno, el segundo conserva obstinadamente cierta cantidad de azoe que es muy dificil estraer enteramente, y que no puede espulsarse sino por medio de un fuego de forja.

El carbon animal goza la propiedad singular de absorver completamente el color de un gran número de disoluciones vegetales ó animales, y de volver perfectamente limpia é incolora el agua que está cargada de impurezas. El carbon vegetal disfruta hasta cierto punto de esta propiedad, pero está bien lejos de obrar con tanta energía como el animal. Las primeras observaciones sobre este punto datan desde el

fin del último siglo. Se deben á Lowitz, que observó con cuidado la propiedad de colorante del carbon vegetal, y que ensayó con él algunas aplicaciones. Desde 1800 hasta 1811 se ha hecho de él una aplicacion bastante estensa para decolorar los jarabes impuros, pero en 1811 M. Figuier, farmacéutico de Montpellier, demostró la mayor energía que gozaba el carbon animal para decolorar con mas seguridad casi todos los líquidos que se sometian á su accion. Este descubrimiento fué aplicado inmediatamente al refinado del azucar, y en la actualidad forma uno de los procedimientos mas esenciales de este arte.

Puede juzgarse de la energía decolorante del carbon animal por el esperimento siguiente. Si se pone un cuartillo de vino tinto en un frasco con 30 ó 40 gramas (de 600 á 620 granos) de carbon animal, se agita durante algunos minutos y se echa sobre un filtro, pasará tan incoloro como el agua comun. El carbon vegetal que ordinariamente no tiene accion decolorante sobre las disoluciones vegetales, puede sin embargo adquirir esta propiedad cuando está preparado convenientemente.

459. Es necesario hacer aqui algunas observaciones generales. Cuando se quiere hacer uso del carbon animal para decolorar un líquido, la operacion tiene mejor éxito cuando este líquido es ligeramente ácido ó neutro, que cuando es alcalíno, y aun en ciertos casos los líquidos alcalínos se coloran en vez de perder su tinta primitiva. Este último efecto es debido á la presencia de una materia morena soluble en los alcalís, que se encuentra siempre en los carbones orgánicos cuando no han estado el tiempo suficiente espuestos al fuego. Esta materia se asemeja mucho á la ulmina, y tal vez no se diferencia de ella. Sin embargo, esta advertencia puede sufrir

algunas escepciones, y se admite en efecto que los jarabes de azucar se decoloran mejor cuando son alcalínos que cuando son ácidos.

La accion del carbon animal sobre los líquidos coloreados es ordinariamente mas pronta en caliente que en frio. Asi en la mayor parte de los casos se hace hervir el líquido que se quiere decolorar, y cuando llega el momento de la ebullicion se echa el carbon, se agita durante algunos instantes y se filtra el líquido. Sucede con frecuencia cuando la ebullicion se ha prolongado, que una parte de la materia colorante precipitada desde luego se redisuelve de nuevo, de tal manera que aun empleando una gran cantidad de carbon, la decoloracion es menos perfecta.

460. Dificil es esplicar de una manera satisfactoria el poder decolorante que posee el carbon. La generalidad de este efecto, que se realiza sobre una multitud de sustancias orgánicas muy divididas en apariencia, parece indicar que depende de una causa puramente mecánica ó física. Pero el esperimento siguiente debido á M. Bussy, demuestra al menos que esta reaccion es en gran parte ocasionada por las fuerzas químicas ordinarias, si no debe atribuírselas enteramente. Si se toma una disolucion de indigo hecha en el ácido sulfúrico concentrado, se dilata en agua y se agita con una cantidad conveniente de carbon animal, se verá que pierde el color inmediatamente en su totalidad. Entonces podrá lavarse el carbon en una gran cantidad de agua sin estraer de él la mas pequeña porcion de sulfato de indigo; las aguas de lavadura se cargarán solamente de ácido sulfúrico libre. Si por el contrario, se pone este carbon en contacto con una disolucion de potasa, de sosa ó de amoniaco, el sulfato de indigo abandonará de repente al carbon, y el licor filtrado presentará la

tinta azul que tenia antes de la reaccion. En este caso, asi como en la mayor parte de los que produce su efecto, el carbon animal parece juega el papel de una base débil, y se combina con la materia colorante aumentando de peso. Mas adelante observaremos en efecto que la mayor parte de las materias colorantes presentan tambien los caracteres de los ácidos débiles.

461. Sean cualquiera las opiniones que se puedan formar sobre el papel que juega el carbon animal en el acto de la decoloracion de los líquidos, M. Bussy ha observado algunos hechos que podrán contribuir á desentrañar este asunto, y que debemos consignar aqui. El carbon animal se prepara las mas veces por medio de los huesos de vaca, de carnero ó de caballo. Este carbon contiene por lo tanto las sales de cal de estos huesos, y se compone al poco mas ó menos de 10 partes de carbon azoado, 2 de carburo ó siliciuro de hierro, y de 88 de fosfato ó de carbonato de cal mezclados con un poco de sulfuro de calcio ó de hierro. Luego si se representa por 100 el poder decolorante de 100 partes de este carbon animal, y se toman las 10 partes de carbon puro que contienen, se hallará que su poder decolorante no es sino de 30 ensayándolas comparativamente. Se hallará por otro lado practicando ensayos semejantes, que el fosfato de cal de los huesos, asi como el carbonato de cal, no tienen la propiedad de decolorar los líquidos, de donde se deduce que 100 partes de carbon puro que representan 1,000 de carbon comun, en cuanto á su composicion química no representan sino 300 en cuanto á su poder decolorante: no es posible darse cuenta de este hecho por el momento.

462. El carbon animal del comercio está sujeto sobre todo á variar de calidad por una cocion mal hecha. Cuando

está muy poco ó demasiado calcinado, es menos activa: en el primer caso porque es menos poroso, y en el segundo porque la materia animal que no se ha destruido forma sobre el carbon una especie de barniz que le impide obrar. El mejor carbon es aquel que ha sido calcinado hasta un punto tan justo en que toda la materia animal ha quedado destruida y nada mas.

El estado de division del carbon es tambien un punto muy esencial que debe tomarse en consideracion. Asi el carbon que se obtiene calcinando una mezcla de potasa y de materias animales en la fabricacion del azul de Prusia, y que queda despues de legiviar los resíduos goza de la propiedad decolorante á tal grado, que el carbon de huesos no puede jamás alcanzar. Este carbon está puro á la verdad, pero su poder decolorante es diez veces mas enérgico que el del negro de huesos, tal como se obtiene por la simple combustion, y por consiguiente, tres veces mas que el de este mismo negro purificado. Esta diferencia puede muy bien provenir del estado de division que en el carbon del azul de Prusia se obtiene por una segregacion química, y otras veces por los medios mecánicos; en el primer caso se encuentra, por decirlo asi, reducido al estado molecular, mientras que en el segundo debe distar mucho de este grado de division. Pero ademas de esto, parece que debe atribuirse en parte á que el carbon calcinado con la potasa queda purgado de su azoe por la accion de esta base, y se halla por esto mejor carbonizado.

El estado de division parece siempre la condicion esencial de que derivan las propiedades del carbon animal. En efecto, los carbones que provienen de las materias orgánicas puras tienen poca accion decolorante; los que por el contrario se hallan mezclados con materias terrosas abundantes, decoloran mucho mejor, y los que han sido formados en me-

dio de materias salinas fusibles son aun mas enérgicos. En los primeros las moléculas tienen una agregacion muy íntima, por lo cual estos carbones son todos *brillantes* y presentan láminas evidentemente contínuas. En los segundos las moléculas no han podido aproximarse sino imperfectamente, en razon de las sustancias terrosas que se hallan interpuestas. En los segundos se reproduce este mismo efecto, pero en mas alto grado, á causa del contínuo movimiento de la masa pastosa durante la carbonizacion. Los carbones de estas dos últimas clases son siempre ásperos á causa de hallarse muy divididos.

Los señores Bussy y Payen han hecho ver que puede quitarse á los unos y darse á los otros la propiedad decolorante haciéndolos *brillantes* ó *ásperos* por medio de modificaciones convenientes en la carbonizacion.

Se sabe que el carbon de sangre decolora muy poco, mientras que el que proviene de una mezcla de sangre y de potasa ejerce esta accion lo mejor posible. El primero es brillante, el segundo deslustrado y áspero. El carbon que se obtiene de los huesos, y que tiene un aspecto deslustrado decolora bastante bien, pero apenas presenta esta propiedad, si los huesos han sido carbonizados en medio de una masa de gelatina. Este carbon se hace entonces brillante por el depósito que deja la gelatina. Pero no perdamos de vista que la accion de la potasa no se limita á un efecto mecánico de este género. Apoderándose del azoe para formar el cianuro de potasio, puede hacer diez veces mayor el poder decolorante del carbon de huesos, por ejemplo, como lo ha demostrado M. Bussy.

463. Podrá tomarse una idea exacta de todos los efectos que acabamos de examinar, fijando la atencion en la tabla siguiente estractada de la escelente memoria de M. de Bussy (Diario de farm., t. VIII, p. 257).

Carbon empleado siempre al peso de una grama.	Disolucion de índigo de colorada (1).	Granos.	Disolucion de melaza decolorada.	Granos.	Relacion segun el indigo (1).	Relacion segun la melaza.
	gramas.		gramas.			
1.° Carbon de huesos bruto	32	640	9	180	1,00	1,00
2.° Id. de aceite vegetal ó animal calcinado con el fosfato de cal artificial.	64	1280	17	340	2,00	1,90
3.° Carbon de huesos lavado con ácido hidro-clórico......,.............	60	1200	15	300	1,87	1,60
4.° N. 3 calcinado con potasa.........	1450	29042	180	3605,45	45,00	20,00
5.° Negro de humo calcinado.........	128	2563	30	600	4,00	3,30
6.° N. 5 calcinado con la potasa.,....	550	11015	90	1800	15,20	10,60
7.° Carbon de carbonato de sosa descompuesto por el fósforo...........	380	7611,45	80	1600	12,00	8,80
8.° Id. del acetado de potasa..........	180	3605,45	40	800	5,60	4,40
9.° Fécula calcinada con la potasa....	340	6809	80	1600	10,60	8,80
10.° Albumina ó gelatina calcinada con la potasa............................	1115	22333	140	2803	35,00	15,50
11.° Sangre calcinada con el fosfato de cal...........,...................	380	7611,45	90	1800	12,00	10,00
12.° Id calcinado con la creta.........	570	11415	100	2003	18,00	11,00
13.° Calcinado con la potasa..........	1600	32048	180	3605,45	50,00	20,00

(1) El licor de prueba de indigo contenia una milésima de esta sustancia, de suerte que cada 20 granos de licor decolorado representa 0,02 de grano de indigo absorvido por el carbon.

Detengámonos un momento sobre las principales consecuencias de los hechos contenidos en esta tabla. La primera y mas sorprendente, consiste en que la relacion de los poderes decolorantes medidos por el indigo y la melaza, distan mucho de ser idénticas. M. Bossy advierte sobre este asunto, que cuanto mas cantidad de carbon exige una sustancia para ser decolorada, tanto mas tiende á debilitarse tambien el poder decolorante del carbon puro, comparativamente con el carbon ordinario de huesos, tomado por unidad de medida de esta energía, en todos los casos.

Un resultado no menos evidente, es que el poder decolorante es inherente al carbon puro, puesto que el que proviene de la descomposicion del carbonato de sosa goza esta propiedad en alto grado. Asi, que habiendo reunido en este artículo todos los hechos relativos á la facultad decolorante del carbon, es necesario considerar esta propiedad como general á toda especie de carbon, con tal que realice el estado de division que se presenta las mas veces en el carbon de huesos, llamado *carbon animal*, y rara vez en los otros carbones.

En resumen, se advierte por todo lo que acabamos de esponer, 1.° que la propiedad decolorante es debida al carbon; 2.° que esta propiedad se modifica sin embargo por la presencia de las sales terrosas: 3.° que el carbon obra combinándose con las matarias colorantes; 4.° que esta combinacion no se efectúa sino cuando el carbon se halla en un estado particular de division, que se manifiesta por su aspecto mate ó deslustrado; 5.° que este estado puede adquirirle por una mezcla conveniente de diversas materias minerales y particularmente de potasa, en el momento de la carbonizacion, siempre que estas materias esten en cantidad suficiente para impedir que el carbon se aglomere.

464. Se ha debido investigar si el carbon que habia servido para decolorar los jarabes podria emplearse de nuevo; pero los hechos espuestos anteriorménte demuestran lo bastante, que no es por medio de la calcinacion como podrá llegarse á este conocimiento. Las materias colorantes y mucilaginosas del azucar, arrastradas por el carbon, dejarán despues de la carbonizacion un barniz sobre el carbon, que destruirá totalmente la facultad decolorante de este. Puede llegarse sin duda á restaurar este carbon, pero será destruyendo estas materias orgánicas por medio de una baja temperatura, como lo ha hecho M. Payen. Siendo estas materias susceptibles de fermentar, bastará reunir el carbon en masa y dejarle esperimentar las fermentaciones alcohólica, acétiva y pútrida: lavarle en gran cantidad de agua, y por último legiviarle con un poco de disolucion de potasa y calentarle hasta el grado rojo en vasos cerrados. De esta suerte puede adquirir una propiedad decolorante, igual cuando menos á la que tenia antes de haber sido emplado para este uso.

Deseando mas detalles sobre este asunto, podrán hallarse con toda estension en la memoria de M. Bussy (diario de Farm. t. VIII, p. 257); en la de M. Payen (diario de Farm. t. VIII, p. 278), y en la relacion de M. Pellectier sobre el concurso en que fueron coronadas estas dos memorias (diario de Farm., t. VIII, p. 181).

465. La preparacion del carbon animal está ligada por lo comun á la de los productos amoniacales. La carbonizacion se opera entonces en unos cilindros de fundicion, terminados en uno de sus estremos por un tubo de 3 pulgadas de diámetro que desemboca en una alargadera que se halla en comunicacion con una serie de aparatos refrigerantes. La otra estremidad de los cilindros se abre y se cierra segun con-

viene, por medio de un disco movible tambien de fundicion. Estos cilindros estan colocados horizontalmente en un horno. Se llenan de huesos quebrantados, y desengrasados primeramente; se calientan hasta la temperatura roja, y se mantienen á este grado durante 36 horas, al cabo de este tiempo se separa el disco, se retira el resíduo que se coloca en un hoyo donde se sofoca por medio de una tapadera, y los cilidros vuelven á cargarse de nuevo.

El negro de huesos preparado de este modo, debe dividirse en seguida. Para esto, se reduce primeramente á polvo grosero, y se termina su division haciéndole pasar por unos molinos semejantes al poco mas ó menos á los que se emplean para moler el trigo.

Si no se quieren recoger los otros productos de la destilacion es menester dirigir desde luego al fogon el tubo que sirve para su desprendimiento. Estos productos se quemarán entonces evitando de esta suerte el mal olor que producen y economizando al mismo tiempo el combustible.

El negro de hueso se emplea algunas veces como color, y en este caso es necesario dividirle mejor. Se hace incorporando el agua necesaria, una pasta líquida que se introduce en un molino de color á donde se muele lo conveniente para el uso de la pintura; esta parte se vacía en seguida en moldes de barro y se deja secar en ellos.

El *negro de marfil* se obtiene por procedimientos análogos.

La fabricacion del carbon animal no puede establecerse sino en las grandes poblaciones, porque los huesos que se aplican provienen de los caballos y de los despojos de las carnecerías, que se encargan de reunir regularmente los traperos para venderlos á los fabricantes.

En París solo, se fabrican 20,000 quintales cada año de carbon animal. Esta cantidad que es mas que suficiente para las necesidades de las fábricas, podria duplicarse fácilmente, porque solo se emplea una tercera parte de los huesos que suministra el consumo de esta poblacion. Se advierte que la fabricacion del carbon animal está limitada por la naturaleza de las cosas, y que no puede desarrollarse en tanto que no se halle nueva salida á estos productos.

466. Jamás se purifica el carbon animal para las necesidades de las artes; pero en los laboratorios hay precision muchas veces de practicar esta operacion por no introducir las sales calcáreas que contiene en los líquidos que se pretenden decolorar. Esta depuracion se ejecuta poniendo el carbon animal en un barreño, desliyéndole en una pequeña cantidad de agua, y añadiendo por tiempos ácido hidro-clórico ordinario. Cuando la efervescencia ocasionada por el carbonato de cal ha cesado, el licor queda muy ácido, se deja el todo en digestion durante 24 horas, á cuyo tiempo se dilata en agua, se echa sobre una tela y se lava bien con agua hirviendo, en la cual se incorpora $\frac{1}{10}$ de ácido hidro-clórico. Este lavado se continúa hasta que el agua acidulada deje de producir un precipitado blanco por una adicion de amoniaco. Cuando esto se verifique, puede tenerse por seguro que todo el fosfato de cal ha sido desalojado, y entonces se sustituye el agua pura al agua acidulada, y se continúan las lavaduras hasta que el líquido que pasa no altere el papel de tornasol. El carbon que queda es puro; puede servir de tipo para evaluar el poder decolorante de los carbones del comercio, y para fijar su precio, teniendo presente que debe representar tres veces su peso cuando es de buena calidad.

Carbon de schisto.

467. Despues de haber descrito el carbon animal, cuyo principal empleo tiene por objeto la clarificacion del azucar, es necesario decir algunas palabras relativas á un nuevo carbon destinado á rivalizar con aquel; este es el carbon de schisto.

Se halla en Menat, en el departamento de Puy-de-Dome, y á diez leguas al nor-oeste de Clermont, un terreno de schisto bituminoso cuya superficie ocupa un cuarto de legua cuadrado. Esta sustancia se halla algunas veces al descubierto, y otras oculto bajo la tierra vegetal; está colocado en una cavidad formada por el gneiss, y se presenta ordinariamente en hojas, y algunas veces en masa considerable. Se encuentran en él con frecuencia impresiones de pescados ó de diversos vegetales.

El color de este schisto es el gris, el gris negro ó el gris amarillo. Es ligero, fragil, nada elástico y facil de pulverizar. Forma llama al quemarse, y deja por resíduo una ceniza roja ó rosada, coloreada por el óxido de hierro, y constituye un verdadero tripol. Cuando está recien estraido se encuentra húmedo; pero se seca bien pronto esponiéndolo al aire.

M. Bergounhioux, farmaceútico de Clermont, tuvo la dichosa idea de ensayar el poder decolorante del carbon producido por el schisto, y le halló igual si no superior al de los huesos ordinarios. Entonces buscó los medios de someter esta materia á una esplotacion en grande; y llegó á obtenerla á un precio tan bajo, que superaba ventajosamente al carbon ordinario de huesos.

En efecto, los gastos de estraccion son casi nulos, pues-

to que puede ejecutarse á cielo descubierto. Los de carbonizacion son tambien muy pequeños, porque se ejecuta por el mismo procedimiento que la carbonizacion de la leña en pilas. Si se quiere carbonizar en vasos cerrados, puede emplarse el mismo schisto como combustibles. Los productos de la destilacion serán: 1.°, un gas á propósito para el alumbrado; 2.°, un betun cuyo olor no es desagradable, y que tiene la propiedad de secarse prontamente al aire. No creo que estos productos puedan compensar las pérdidas ocasionadas por la destilacion en las circunstancias en que se halla colacado el schisto de Menat.

Carbonizándole en pilas, deja el schisto bituminoso un resíduo de un hermoso negro mate, mas duro qne el mismo schisto, pero sin embargo facil de pulverizar, muy poroso y á propósito bajo todos aspectos para la clarificacion de los líquidos.

El mas grave inconveniente y tal vez el único que presenta este schisto, consiste en la presencia de una gran cantidad de bisulfuro de hierro en riñones, que se halla incrustado en el mismo mineral.

Es muy esencial separar este cuerpo con cuidado antes de la carbonizacion, porque sin esta precaucion pasará al estado de proto-sulfuro durante la operacion, y se sabe por los esperimentos de M. Payen que el proto-sulfuro colora las disoluciones de azucar y que conserva esta propiedad, aun mezclando con una gran cantidad de carbon decolorante. No estará demas, por lo tanto, el mayor cuidado en la separacion de estas piritas.

No todos los schistos son á propósito para producir un carbon decolorante. Es probable que sea necesaria una proporcion conveniente entre la masa mineral y la materia or-

gánica de que estan compuestos. Cuando esta última está en esceso, producirá un carbon brillante, y si en poca cantidad la pasta arcillosa envolverá demasiado al resíduo-carbonoso.

468. *Propiedades químicas del carbono.* — Despues de haber examinado las variaciones que presenta el carbono en sus propiedades físicas, vamos á examinar nuevamente sus propiedades químicas.

Entre los cuerpos conocidos no metálicos, el carbono hace evidentemente una escepcion, puesto que es á la vez buen conductor de la electricidad y del calórico. Estas dos propiedades pueden demostrarse con facilidad. Para esto se colocan en un crisol los fragmentos de carbon que se quieren emplear, se llenan de brasas los espacios vacíos, se tapa y enloda bien, y se calienta el crisol hasta el rojo blanco; y luego que se ha enfriado se retira el carbon. Ya hemos dicho que despues de esta operacion es buen conductor de la electricidad y del calórico, pero no serán inútiles algunos detalles mas sobre el primero de estos puntos.

Si se toma una pila de 20 partes de 6 pulgadas de alto, y se adapta á la estremidad de cada conductor un pequeño cono de carbon calcinado en el momento en que las puntas de estos conos vengan en contacto, se producirá una viva incandescencia, cuya claridad solo puede compararse á la producida por la luz del sol. Este fenómeno permanecerá durante algunos minutos, y no cesará sino á medida que la pila vaya perdiendo su poder eléctrico. Si los carbones permanecen en contacto y en el aire, se consumirán enteramente; pero aproximándolos solamente de tiempo en tiempo, el efecto aparecerá de nuevo. Este bello esperimento fué hecho la primera vez por M. Davy, con el auxilio de una pila de 2000

pares. El efecto que obtuvo puede mirarse como uno de los fenómenos eléctricos mas hermosos. Efectivamente, habiendo medido M. Arago la intensidad de la luz producida por una pila de 500 pares de 4 pulgadas de altos, perteneciente á M. de la Rive, químico célebre de Génova, encontró que era igual á la de 300 bujías.

Estos efectos se complican en el aire por el calor producido por la reunion de las dos electricidades y el que proviene de la combustion del carbon; pero colocando los carbones en el vacío, la intensidad de la luz es cuando menos igual á la que se observa en los casos precedentes. M. Davy con su pila poderosa, aun ha llegado á separar los carbones poco á poco sin destruir la trasmision del fluido eléctrico. Entonces la corriente en vez de seguir la línea recta formaba una curva, y producia un arco luminoso de 4 pulgadas de longitud, cuya claridad era imposible soportar.

Examinando mas de cerca estos fenómenos, se advierte que los carbones empleados esperimentan alguna alteracion. El que trasmite el fluido negativo se corroe formando un hueco en forma de cono, en tanto que el del polo positivo se cubre de una capa carbonácea, proporcionada en grueso á la porcion que el otro ha perdido. Esto parece indicar que una pequeña cantidad de carbon se volatiliza, pero es muy dudoso si esta volatilizacion es debida á la elevacion de temperatura ó al mismo trasporte del fluido eléctrico.

469. Ya hemos visto anteriormente que al quemarse el carbon en el oxígeno ó en el aire, daba orígen á la formacion del ácido carbónico; mas adelante veremos que en ciertos casos esta combustion puede producir óxido de carbono. La cantidad de calor que se desarrolla en esta circunstancia merece una gran atencion en razon de los usos frecuentes que tiene

el carbon como combustible. M. Despretz, que la ha determinado con toda la atencion conveniente, ha encontrado que una kilógrama (2,1734 libras) de carbon, producia bastante calor para hacer pasar al estado de ebullicion 79,14 kilógramas (172,002876 libras) de agua tomada á 0°, ó para fundir 104,2 kilógramas de hielo (226,45828 libras).

Parece que á la temperatura ordinaria el oxígeno y el aire no tienen accion alguna sobre este cuerpo, haciendo abstraccion de la absorcion que el carbon ejerce sobre ellos. Para confirmar esto, pueden citarse multitud de ejemplos, siendo uno de los mas curiosos la perfecta conservacion de la tinta de los antiguos, que consistia en negro de humo dilatado en agua de goma. Esta tinta ha resistido á todas las influencias de descomposicion á que han sido sometidos sucesivamente los manuscritos hàllados en Herculano.

Entre los otros cuerpos simples no metálicos, parece que solo el azufre es capaz de unirse al carbono directamente; y se produce en este caso un compuesto que examinaremos mas adelante: este es el sulfuro de carbono. La accion no se verifica sino á la temperatura roja.

Facil es, segun esto, determinar en muchos casos la accion del carbon sobre los compuestos que ya hemos estudiado. Esta será nula sobre todo, en aquellos que no contengan ni oxígeno ni azufre; en el caso contrario podrá ejercerse las mas veces á una temperatura mas ó menos elevada, y se obtendrán productos variados en razon de esta temperatura.

El agua se descompone por el carbon al grado de calor rojo; se produce una mezcla de ácido carbónico, óxido de carbono, hidrógeno é hidrógeno semi-carbonado en proporciones muy variables. En frio el carbon no tiene accion sobre el agua pura, pero se apodera no solamente de las materias

colorantes que encuentra en ella, sino tambien de las materias que se desarrollan por la corrupcion de los cuerpos orgánicos que se encuentran mezclados ó disueltos en este líquido. Volveremos á tratar con detencion este asunto importante. (Veáse *aguas minerales*).

Los ácidos clórico, brómico y iódico se descomponen rápidamente por el carbon cuando se halla en el estado de incandescencia. El cloro, el bromo y el iodo quedan libres y se forma ácido carbónico.

Siendo descomponibles por el calor, el hidruro de azufre y el ácido hidro-sulfúrico, producirán con el carbon sulfuro de carbono, hidrógeno carbonado ó hidrógeno.

El ácido sulfuroso al calor rojo se trasforma por el carbon en azufre, óxido de carbono y sulfuro de carbono.

El ácido sulfúrico se descompone por el carbon á la temperatura de 100 ó 200° en ácido sulfuroso y en ácido carbónico (140). Al grado rojo los productos serán diferentes: estos consistirán en ácido carbónico, óxido de carbono, azufre, sulfuro de carbono, hidrógeno carbonado y ácido hidro-sulfurico.

El ácido nítrico se descompone por el carbon á una temperatura poco elevada. En esta reaccion se forma deutóxido y protóxido de azoe y aun azoe. La accion es muy enérgica. Al grado rojo se obtendrá ácido carbónico ú óxido de carbono, y el azoe quedará libre: lo mismo sucederá con el ácido nitroso.

El protóxido y el deutóxido de azoe se descompone por el carbon á la temperatura roja, pero el protóxido se descompondrá con mayor facilidad que el deutóxido, porque el carbon candente continúa ardiendo en el primero de estos gases mientras en el segundo se apaga. Los productos serán siem-

pre azoe y ácido carbónico, ú óxido de carbono segun las circunstancias.

Nada tenemos que añadir con respecto á los ácidos de fósforo y de arsénico sobre lo que llevamos dicho (231,382).

El carbon no tiene accion sobre los ácidos bórico y silícico.

Estos fenómenos, fáciles de concebir, permitirán en muchos casos determinar las reacciones de los compuestos de que vamos á ocuparnos en lo sucesivo.

Carburos de hidrógeno.

470. El hidrógeno y el carbono se combinan en proporciones muy variadas, y los compuestos producidos ofrecen todos un alto grado de interés, bien sea por sus propiedades, bien por las aplicaciones que dimanan de ellos, ó bien por su formacion en ciertas circunstancias naturales.

Estos compuestos juegan sobre todo un gran papel en el alumbrado y aun en la aplicacion del calor. Vamos á estudiarlos con independencia de estas aplicaciones, que examinaremos con detencion en los capítulos siguientes.

Entre estos compuestos hay dos que son gaseosos á la temderatura ordinaria, seis que son líquidos y tres sólidos en la misma circunstancia.

Ascienden todos como se ve al número de once. Probablemente algunos de entre ellos deberán estar reunidos, pero el modo de combinarse que existe en los que se conocen anuncia que aun se descubrirán algunos mas.

Como la nomenclatura de los carburos de hidrogeno, dista mucho de estar relacionada con su composicion, creemos necesario ofrecer aqui un cuadro que nos dirija en su exámen.

	Atomos de carbono.	Atomos de hidrógeno.
1 át. hidrógeno semi-carbonado... =	1	2
1 át. hidrógeno carbonado.......... =	2	2
1 át. carburo de hidrógeno.......... =	4	4
1 át. aceite de rosas................ =	8	8
1 át. nafta............................. =	6	5
1 át. sesqui-carburo de hidrógeno. =	6	4
1 át. bicarburo de hidrógeno........ =	6	3
1 át. aceite dulce de vino........... =	4	4
1 át. esencia de trementina......... =	10	8
1 át. petrolo.......................... =	«	«
1 át. naftalina........................ =	5	2

Se advierten en esta serie tres compuestos: el hidrógeno carbonado, el carburo de hidrógeno y el aceite de rosas, que tienen la misma composicion, pero el modo de condensarse sus moléculas es de todo punto diferente. Esta circunstancia basta para dar á estas materias unas propiedades del todo distintas tambien.

Hidrógeno semi-carbonado ó proto-carbonado.

471. *Composicion.*—Cuando se hace detonar un volúmen de hidrógeno semi-carbonado con tres volúmenes de oxígeno, queda por resíduo 1 volúmen de ácido carbónico y un volúmen de oxígeno; 1 volúmen de este gas ha desaparecido para formar agua con dos volúmenes de hidrógeno. Por consecuencia el gas hidrógeno semi-carbonado contiene:

1 át. carbono	=37,66	ó bien	75,17
2 át. hidrógeno	=12,48		24,83
1 át. hidrógeno semi-carbonado	=50,14		100,00

472. *Propiedades.*—Este es un gas incoloro, insoluble en el agua, su peso específico es de 0,559. Aproximándole un cuerpo en combustion se inflama y arde con una llama amarilla. Mezclado con el oxígeno ó con el aire, detona con violencia, bien sea por la accion de la chispa eléctrica bien por el calor. En esta reaccion se forma agua y ácido carbónico.

El cloro obra sobre él de una manera muy notable. Por el intermedio del calor se apodera de su hidrógeno y precipita el carbono; efecto muy facil de preveer. Poniendo en contacto estos dos cuerpos en frio, la accion es nula si los gases están secos, bien se deje la mezcla en la oscuridad, bien se someta á la accion de la luz difusa, y aun esponiéndola directamente á la luz enérgica de los rayos del sol. Si los gases estan húmedos, el efecto será nulo todavia en la oscuridad; pero bajo la influencia solar, se producirá una reaccion lenta, el agua se cargará de ácido hidro-clórico y quedará un resíduo gaseoso que no es otra cosa que ácido carbónico, siempre que el cloro esté en la proporcion conveniente. La esperiencia y el cálculo demuestran que es necesario emplear 4 volúmenes de cloro para 1 de hidrógeno semi-carbonado. En efecto, el agua se descompone sin duda alguna, asi como el gas carbonado; esta debe suministrar el oxígeno necesario para trasformar el carbon en ácido carbónico mientras el cloro hace pasar al estado de ácido hidro-clórico al hidrógeno que proviene de estos dos cuerpos. El cálculo de la reaccion es el siguiente:

Atomos empleados.	Atomos producidos.
4 át. cloro.	8 át. ácido hidro-clórico.
1 át. hidróg. semi-carbonado.	1 át. ácido carbónico.
2 át. agua.	

Es evidente que si en vez de 4 volúmenes de cloro solo se emplean 3, no se obtendrá sino medio volúmen de oxígeno suministrado por el agua; y en vez de ácido carbónico se formará óxido de carbono. Se advierte efectivamente, que este último gas se produce siempre por el gas carbonado; se mezcla con poco menos de 4 veces su volúmen de cloro. Entonces se obtiene una mezcla de ácido carbónico y de óxido de carbono.

473. *Preparacion y estado natural.*—No se conoce ningun medio para obtener puro este cuerpo por los procedimientos químicos ordinarios. Este gas se forma verdaderamente cuando se descompenen las materias orgánicas por el fuego; tambien se forma cuando se descompone el agua por el carbon; pero en todos estos casos y aun despues de la purificacion del producto, contiene mezclas variables de óxido de carbono, de hidrógeno y de hidrógeno semi-carbonado. Puede obtenerse mas aproximado á su estado de pureza descomponiendo por el fuego los carburos de hidrógeno; en este caso la mezcla obtenida no contiene óxido de carbono, pero contiene siempre al hidrógeno libre que no puede separarse del hidrógeno semi-carbonado.

Para obtener este gas hay, pues, que reducirse á recogerle de los pantanos ó de las aguas estancadas. Alli se forma naturalmente por la descomposicion de las materias orgánicas. Basta remover la parte inferior de estas aguas para ver desprenderse el gas en forma de burbujas. Se recogen por medio

de frascos vueltos boca abajo, llenos de agua y provistos de unos embudos anchos. Este gas dista mucho de estar puro; es una mezcla de oxígeno, ácido carbónico, azoe é hidrógeno semi-carbonado. Se purifica absorviendo el ácido carbónico por medio de la potasa, y el oxígeno por el fósforo. En cuanto al azoe no es posible separarle de la mezcla, pero se determina la proporcion quemando el gas en el eudiómetro con un esceso de oxígeno. El resíduo de la detonacion, libre del ácido carbónico y del oxígeno en esceso, deja al azoe puro. La proporcion en que se encuentra este gas varía mucho; algunas veces es de 2 ó 3 por 100, otras de 6 á 8. Asi, una vez conocida, es muy facil tenerla en cuenta; por lo demas, en nada influye sobre las propiedades del gas hidrógeno semi-carbonado.

Este gas se forma tambien en otras muchas circunstancias. Se advierten en muchos sitios surtidores contínuos de gas inflamado, ó al menos susceptible de inflamarse, los cuales se aprovechan en los usos domésticos para la cocion de los ladrillos, de la cal, etc. En Italia se observan algunos de estos sobre la pendiente setentrional de los Apeninos, en *Velleja*, *Pietramala*, *Barigazzo*, etc.

El gas se desprende acompañado de una materia cenagosa impregnada de sal marina; de alli vienen los nombres de *volcanes cenagosos* dados á estos surtidores singulares. Parece que no tienen relacion alguna con los fenómenos volcánicos, porque se han observado en unas localidades muy lejanas de todo volcan: en Francia, por ejemplo, en San Bartolomé, en el departamento de el Isere; en Inglaterra, cerca de Lancastre y de Bosely. Tambien se citan en Persia y en Méjico. Las circunstancias siguientes pueden dar algunos indicios sobre las causas que determinan la pro-

duccion de este gas en los casos que acabamos de mencionar.

474. El hidrógeno semi-carbonado se desprende en efecto algunas veces lentamente, otras en grande abundancia en las minas de ulla. Este gas se mezcla con el aire atmosférico contenido en las galerías, y produce con frecuencia mezclas detonantes, que se inflaman cuando los mineros entran provistos de sus lámparas. Estas detonaciones suelen ser desastrosas, y mas de una vez han ocasionado la muerte de un gran número de obreros. Estos se aperciben del peligro observando la llama de su lámpara, que ofrece en su punta una prolongacion tanto mas sensible, y un color azul tanto mas subido cuanto mayor es la cantidad de hidrógeno carbonado. Cuando el peligro de una detonacion se hace inevitable, lo mas acertado es tenderse boca abajo y procurar sin dejar esta postura llegar á la parte libre de la mina. El principal peligro de estas detonaciones proviene de la dilatacion y contraccion repentinas del aire en el momento de la esplosion. De estos movimientos resulta un viento cuya violencia es casi incalculable, y los desgraciados que se encuentran en su tránsito son lanzados con violencia contra el suelo ó las paredes de la mina donde reciben la muerte por el choque, ó al menos quedan horriblemente fracturados.

475. En una época en que los fenómenos químicos no eran todavia bien conocidos, y sobre todo los relativos á los gases, atribuian los obreros estos desastres á unos filamentos blanquecinos que veian fluctuar en lo interior de la mina. Estos filamentos, semejantes á las telas de araña, eran el objeto contínuo de su atencion; los cortaban al pasar, los estrujaban con las manos, y juzgaban entonces que el peligro habia ya pasado. Esta seguridad ha debido muchas veces serles funesta, aunque estaba tal vez fundada sobre unas obser-

vaciones reales. Los filamentos no existen probablemente, pero como el gas está comprimido en la ulla y se dilata al tiempo de su salida, se enfria precisàmente y determina una precipitacion de vapor de agua que forma una ligera nube blanquecina. Por otra parte, los obreros han podido caer en error por otra circunstancia. Siendo muy superior el poder refringente del gas al del aire, ocasiona la corriente un desvío en los rayos de luz, semejante al que se produce en el orificio de una chimenea al atravesar los rayos del sol la columna de aire caliente que sale de ella. Los obreros creyendo cortar estos filamentos agitaban la atmósfera y favorecian la formacion de la mezcla del gas inflamable con el aire, y la detonacion se retardaba realmente hasta que la atmósfera estaba enteramente formada de una mezcla detonante. En el intervalo podian contribuir diversas causas á sostener el aire en una bondad aparente, viniendo á confirmar por este medio un peligro facil de concebir : las personas poco ilustradas buscan siempre una causa evidentemente material en los efectos que les admira.

Los mineros habian advertido tambien que las galerías sin salida en que no habian penetrado hacia mucho tiempo estaban mas sujetas á contener mezclas detonantes que aquellas en que trabajaban de una manera activa. Para purificar la atmósfera la daban fuego del modo siguiente. Cubierto un obrero con una vestidnra bien mojada, armado de una máscara con los ojos de cristal, y provisto de una vara muy larga, á cuya estremidad se hallaba fija una antorcha, penetraba en la galería arrastrando boca abajo, llevando delante de sí la antorcha hasta que tocaba en un punto en que se inflamaban los gases y se efectuaba la detonacion. Rara vez el obrero salia herido ; pero á pesar de esto, no se puede comprender

cómo no recurrian á una mecha artificial colocada en la galería é inflamada desde afuera, ó bien á una arma de fuego preparada en lo interior y disparada desde lejos por medio de una cuerda larga colocada de un modo conveniente. Existen minas en el mediodia de la Francia donde practicaban todos los dias esta operacion hace pocos años, y donde tal vez se sirvan de ella todavia.

476. En el dia se emplean unos métodos mas seguros y menos peligrosos. El primero está fundado en el empleo de los hornos de tiro, que establecen una corriente de aire contínuo en las galerías. El segundo en el uso de las *lámparas de seguridad*, inventadas por M Davy, las cuales permiten penetrar en las mezclas detonantes sin temor alguno, y se apagan sin inflamarlas. El tercero, recientemente propuesto, y cuyos efectos no son tan seguros, está fundado en la propiedad que se cree haber reconocido en el cloruro de cal de descomponer con bastante rapidez la mezcla inflamable, ó al menos de absorverla.

Examinaremos sucesivamente cada uno de estos medios.

Las minas de ulla detonantes, son en general las que suministran una buena calidad; esta ulla es á propósito para la forja, pegajosa, poco compacta y facil de quebrantar.

El gas inflamable que se desprende de ella se encuentra hasta tal punto comprimido, que hace destallar á cada instante las láminas de ulla, y que sale por las rendijas que ésta le ofrece, produciendo un ligero crugido; esto es lo que los mineros llaman *soplar*. Cuando la ulla está cubierta de agua se ven desprenderse con rapidez las burbujas de gas, y algunas veces salir en forma de surtidores contínuos.

En esta clase de minas la ulla recien estraida continúa emitiendo gas en tal abundancia, que puede inflamarse á la

superficie de los toneles que la contienen cuando el gas encuentra alguna salida. Esto esplica bien el por qué los hundimientos aumentan el peligro. La gran masa de ulla que se divide de repente, emite un volúmen de gas tal, que apenas basta toda precaucion para evitar sus efectos. Asi, es preciso tener un cuidado muy activo cuando la vena es poderosa, y su techo hojoso amenaza alguna caida, asi como cuando se encuentran hojas ó estrechuras de la vena, porque entonces el carbon está revuelto, mezclado con tierra ó con schisto, y ha perdido la consistencia que le preserva de los hundimientos.

477. Cuando una mina está sujeta á la detonacion y ademas se encuentra en uno de los casos de que acabamos de hablar, es necesario redoblar la vigilancia en el empleo de los medios preservativos.

La renovacion del aire, siempre necesaria, se hace en este caso enteramente indispensable, si se quieren evitar unos accidentes tan espantosos. Esta renovacion se hace por un medio muy sencillo. La mina comunica con el aire esterior por medio de dos pozos. A la entrada de uno de ellos se coloca un horno provisto de una chimenea cuya altura sea de 15 á 20 metros (53,7495 á 71,6660 pies) se enciende fuego en el horno y se cierran todas las entradas del aire esterior que pueda haber con respecto al horno, de suerte que este se vea obligado á tomar del pozo todo el aire necesario para la combustion. Todo el aire que sale por la chimenea proviene de la mina y es reemplazado en esta por una cantidad igual que se introduce por el pozo contrario.

Como el hidrógeno carbonado es mas ligero que el aire, es preciso evitar en las disposiciones de ventilacion todas aquellas que den por resultado el obligarle á descender bajo

los puntos en que se desprende ; antes bien , dirigirla la corriente de tal suerte, que sacando partido de su fuerza ascensional, se le obligue á caminar de abajo arriba.

Cuando una mina produce mucho gas es necesario disponer su espulsion con cuidado teniendo la precaucion de dejar el menor espacio posible vacío en los trabajos , cerrar con cuidado todas las salidas en las partes abandonadas ó sin esplotar de la mina, y de aumentar en proporcion del peligro el volúmen del horno que ha de establecer la corriente, la actividad de su fogon y la duracion del fuego.

En este último caso conviene llevar todavia mas adelante las precauciones. Se concibe que siendo el gas inflamable pueda prenderse al llegar al horno y comunicar la inflamacion á lo interior de la mina si la cantidad de gas es bastante grande en el aire que aquella contiene. Pero este peligro puede muy bien precaverse disponiendo en el tubo que hace comunicar el pozo de ventilacion con el cenicero del horno algunos diafragmas de tela metálica , semejante á la que se emplea para las lámparas de seguridad.

La figura 16 de la lámina 12 dará una idea general de estas disposiciones , que pueden variar á lo infinito sin peligro, con tal que se hallen siempre bajo los preceptos generales que se han espuesto.

478. El empleo de un buen sistema de ventilacion no debe dispensar del uso de las lámparas de seguridad. Vamos á dar á conocer en pocas palabras el principio en que se fundan ; describiremos en seguida detalladamente las precauciones que deben tomarse en su construccion, asi como su uso, segun la relacion publicada por M. Braillet en los An. de Minas, t. X, p. 3. Habiendo probado el exámen químico del gas que se desprende de la ulla que se compone casi entera-

mente de hidrógeno semi-carbonado, el problema del alumbrado de las minas se reducia á encontrar un medio que permitiese introducir en ellas la luz sin que produjese la inflamacion del gas. M. Davy, encargado de esta investigacion por una comision formada en Inglaterra para este objeto de humanidad, pensó desde luego en el empleo de diversas materias fosforescentes; pero advirtió bien pronto que en el estado actual de la ciencia la dificultad de obtener estas materias ó de conservarlas hácia su empleo de todo punto ilusorio para la práctica.

Desechó tambien el medio que se practicaba entonces en esta clase de minas. Este medio consistia en producir un movimiento de rotacion muy rápido en una rueda de acero que frotaba sobre unas masas de piedra de fusil. Las chispas que se destacaban por este frotamiento producian una luz suficiente, pero era necesario emplear un hombre á esta clase de trabajo; y por otra parte, las chispas podian inflamar tambien el gas, aunque no con tanta facilidad como las lámparas ordinarias.

Convencido por sus reflexiones que era forzoso volver al método ordinario de alumbrado, buscaba el medio de modificarlo de manera que pudiera quedar el minero al abrigo de los peligros: para llegar á este caso era necesario determinar desde luego con cuidado las circunstancias que podian producir ó prevenir la inflamacion del gas.

Véase aqui lo que M. Davy ha observado relativamente á las proporciones de aire y de gas inflamable, poniendo la mezcla en contacto con una bugía encendida.

Gas de la ulla.	Aire.		
1.......	2......	La mezcla arde sin detonacion.	
1.......	3......	id.........	id.
1.......	4......	id.........	id.
1.......	6......	inflamacion,	ligera detonacion.
1.......	7......	id.........	detonacion mas fuerte.
1.......	8......	id.........	id.
1.......	9 á 14......	id.........	detonacion de creciente.
1.......	15......	no se inflama.	la llama de la bugía se alarga.
1.......	16 á 30	id.........	la prolongacion de la llama de la bugía disminuye gradualmente.

La mezcla mas detonante consiste segun se advierte, en 1 de gas y 7 ú 8 de aire. Por el cálculo se encuentran cerca de 10 de aire, porque estos 10 volúmenes representan 20 de oxígeno, que son precisamente la cantidad necesaria para trasformar 1 volúmen semi-carbonado en agua y en ácido carbónico; pero el enfriamiento ocasionado por la presencia del azoe del aire, influye sin duda sobre estas relaciones.

Partiendo de la temperatura de la llama, que es suficiente para la inflamacion de las mezclas precedentes, y bajando gradualmente el calor de los cuerpos que componen las mezclas detonantes, observa M. Davy que puede introducirse en ellas impunemente un carbon enrojecido con tal que no produzca llama, como sucede con un pedazo de hierro enrojecido al fuego, sin que la mezcla se inflame. De aqui se deduce

que el gas de la ulla es uno de los menos combustibles, y tal vez el menos combustible de todos los gases conocidos. Efectivamente, el óxido de carbono, el gas hidrógeno carbonado, el gas hidrógeno y el ácido hidro-sulfúrico, se inflaman bajo la influencia de un hierro ó de un carbon enrojecido, aun en las circunstancias menos favorables.

Persuadido M. Davy que la combustion del gas de la ulla no se efectuaba sino bajo la influencia de una temperatura elevada, imaginó que no se efectuaria cuando las circunstancias esteriores pudieran determinar el pronto enfriamiento de la mezcla; asi ésta no podia inflamarse jamás cuando estaba contenida en tubos estrechos de un sétimo de pulgada de diámetro, por ejemplo. Demostrado este punto se hacia evidente que los tubos de metal producirian mejor el efecto que los tubos de vidrio, y M. Davy se aseguró en efecto, que los tubos de un sétimo de pulgada de diámetro sobre dos pulgadas y media de longitud, no dejaban atravesar la llama del gas de la ulla. Entonces hizo esperimentos con los tubos, disminuyendo su diámetro como lo indicaba el razonamiento, y llegó á asegurarse que las láminas muy delgadas de metal atravesadas de agujeros de un céntimo de pulgada aproximadamente, no podian trasmitir la llama. De esta observacion al empleo de las telas metálicas solo distaba ya un paso, y el descubrimiento de las lámparas de seguridad se halló desde entonces determinado.

479. En efecto, supongamos una linterna ordinaria en la que todos los conductos por donde el aire entra y sale estén formados por unos tubos metálicos muy estrechos, ó por láminas metálicas colocadas paralelamente y muy aproximadas, ó por láminas de metal llenas de agujeros muy finos, ó bien en fin, por una tela metálica muy tupida; en todos estos ca-

sos la mezcla detonante que llegue á la linterna podrá muy bien inflamarse, pero su llama no podrá jamás comunicarse á la parte esterior ; se apagará al atravesar los espacios estrechos que la permiten únicamente comunicar con el aire esterior. Entre todos estos aparatos el mas sencillo y capaz de resistir á los choques y á los deterioros debidos á la humedad, etc., es el que consiste en una simple lámpara de aceite, cuya llama está encerrada en un tubo de tela metálica: este es tambien el único, puesto en uso. Espondremos aqui sus ventajas reasumidas con mucha claridad en la relacion de M. Baillet, que ofrece los preceptos sacados de una sabia teoría y de una esperiencia bastante larga.

«Esta lámpara construida en las dimensiones y con todas las precauciones que se indican mas adelante, ofrece al minero toda la seguridad que puede desear, y puede servir para alumbrarle sin peligro en todas las galerías y escavaciones subterráneas donde pueda temer la presencia del gas hidrógeno carbonado. Tiene ademas la ventaja cuando el gas no se renueva ni se mezcla continuamente con el aire de la mina, de quemarle poco á poco y reducirle á una cantidad insuficiente para la esplosion.

«Cuando por el contrario, este gas afluye sin cesar y con tal abundancia que no se le puede quemar con la prontitud necesaria, la lámpara suministra indicios seguros del estado de la atmósfera de la mina, advierte el peligro que puede haber permaneciendo en ella, é indica tambien al minero el momento en que debe retirarse. Si el gas inflamable empieza á mezclarse con el aire comun en pequeñas porciones, su primer efecto es aumentar la longitud y el grueso de la llama. Si el gas forma una dozava parte del volúmen del aire, el cilindro se llena de una llama azul muy débil, en medio de

la cual se distingue la de la mecha. Si el gas forma la sesta ó la quinta parte del volúmen del aire, la llama de la mecha deja de ser visible; se pierde entre la del gas que llena el cilindro, y cuya luz es bastante brillante. En fin, si el gas llega á formar un tercio del volúmen del aire, la lámpara se apagará enteramente; pero los mineros no deben aguardar jamás á este punto para retirarse.

«Acabamos de decir que cuando el aire de la mina se hace esplosivo, es decir, cuando contiene un doce ó trece de su volúmen de gas hidrógeno carbonado, el cilindro de la lámpara se llena al instante de la llama de este gas, y que la llama de la lámpara aumenta de intensidad á medida que la cantidad de gas hidrógeno carbonado aumenta; los obreros deben pues consultar contínuamente esta indicacion: ella debe ser su salvaguardia y manifestarles cuando deben abandonar la mina, y no volver á entrar hasta que no se haya introducido en ella una gran masa de aire atmosférico.»

480. Parece que un aparato dotado de propiedades tan notables debia satisfacer á su inventor, pero ocupado sin cesar en sus investigaciones sobre la llama, tuvo M. Davy la ocasion de advertir un hecho que vino á ser el orígen de una perfeccion muy curiosa en la construccion de las lámparas de seguridad. Hemos dicho que el carbon ni el hierro enrojecidos, asi como otros muchos cuerpos en el mismo estado no determinaban la combustion de las mezclas detonantes. A primera vista parece que esta propiedad debia ser general, y sin duda alguna lo seria si no hubiese que atender sino al efecto de la temperatura; pero existen algunos cuerpos que pueden aun á la temperatura ordinaria determinar la inflamacion de las mezclas de gases detonantes, calentándose ellos mismos hasta el punto de enrojecerse. Tal es sobre todo el

platino en esponja ; este metal en hilos no produce bien este mismo efecto sino cuando ha sido calentado primeramente; pero en este caso su temperatura permanece , y aun se acrecenta y basta para determinar la detonacion del gas, siempre que este ofrezca una mezcla en proporciones convenientes. Asi, un espiral de alambre de platino que se halle al grado oscuro en el aire comun , se enrojecerá repentinamente en una mezcla detonante, donde se advierte que las telas metálicas no pueden construirse para este objeto de cualquiera metal. El laton y el hierro son los mas convenientes, el platino y los metales preciosos deben ser generalmente desechados.

Hemos dicho que si el volúmen del gas hidrógeno carbonado es un tercio del aire atmosférico, la lámpara se apagará en el momento ; pero aun entonces ofrece á los mineros un nuevo recurso cuando han tenido la precaucion de colocar en el interior del cilindro , encima ó al rededor de la mecha unos hilos de platino en forma de espiral , cuyo espesor sea de tres décimos de milímetro (0,1548 de línea) aproximadamente. Estos hilos de platino adquieren bien pronto y conservan un alto grado de calor, tanto que la lámpara arde y consume el gas hidrógeno esparcido en el aire de la mina ; pero cuando este gas afluyendo sin cesar viene á formar el tercio del volúmen del aire y apaga la luz de la lámpara , el platino aparece de repente luminoso y esparce una claridad suficiente para guiar á los obreros en su retirada.

Este fenómeno no se verifica cuando la proporcion del gas es tal que forma los dos quintos del volúmen del aire ; el platino cesa entonces de estar en ignicion , y pierde poco á poco su alta temperatura ; pero la vuelve á recobrar si se llega de pronto á un parage de la mina donde la proporcion de aire atmosférico sea mayor. El platino entonces se enrojece inme-

diatamente, inflama al gas en lo interior del cilindro si la mezcla de aire y de gas es esplosiva, y el gas inflamado enciende á su vez la mecha de la lampara.

Este medio curioso de alumbrar cuando todas las luces se apagan, podrá servir algunas veces á los mineros, ya sea para dirigirse por aquellas partes de la mina de las cuales no conocen las vueltas, ya para socorrerse mútuamente, ó ya para juzgar por la claridad del hilo de platino del estado del aire en la mina. Seria una precaucion muy prudente y laudable, el que los capataces de las minas y gefes de estos trabajos, guarnecieran sus lámparas por el interior de hilos espirales de platino.

Esta espiral puede estar suspendida á 4 ó 5 centímetros (20,60 á 25,75 líneas) sobre la mecha, y en este caso debe estar sostenida por un alambre grueso de platino, plata, cobre ó hierro, ajustado sobre la placa del portamecha, de modo que pueda quitarse con facilidad cuando se trate de limpiar la lámpara. Esta espiral puede tambien estar colocada en la parte baja de la lámpara al rededor de la mecha. (Véase la fig. 19 y 20).

481. Un pequeño defecto se advierte en las lámparas de seguridad, que consiste en la disminucion de una quinta parte de la intensidad de la luz, debido al espesor del tejido metálico que envuelve la llama; pero este inconveniente puede corregirse en algun modo, colocando detras de la luz un reflector comun de estaño (fig. 21). Este reflector debe estar puesto en la jaula que forma la tela metálica, bien con el fin de llenar mejor el objeto, bien para aumentar al mismo tiempo la facultad de enfriar que debe tener el aparato.

482. Cuando los mineros se ven en la precision de trabajar mucho tiempo en una mina cuya atmósfera es esplosiva,

puede temerse que la combustion prolongada del gas en la lámpara, caliente la tela metálica del cilindro hasta el punto de alterarla ó agujerearla. Este inconveniente puede prevenirse haciendo uso de una lámpara de doble cilindro, ó bien de un cilindro sencillo, cuyos hilos estén compuestos de dos ó muchos hilos torcidos y entrelazados entre sí, ó bien de una lámpara cuyo cilindro está formado de una lámina de cobre, atravesada de pequeñas aberturas rectangulares (fig. 15), ó bien en fin, de una lámpara de seguridad ordinaria, cuya parte superior esté cubierta con una segunda envoltura (fig. 10), y que se coloque dentro de una linterna comun de vidrio ó de cuerno.

483. La forma de estas lámparas de seguridad puede ser muy variada; pero la que representa la lámina 13, reune á la par la solidez y una construccion sencilla y poco dispendiosa. En ella se distinguen tres partes principales: 1.°, el depósito de aceite; 2.°, la cubierta impermeable á la llama; 3.°, la caja que sirve para fijar la cubierta sobre el depósito y para resguardarla de todo choque.

«*a* depósito. Este es de forma cilíndrica, mas ancho que profundo á fin de que el aceite que contiene se halle siempre lo mas cerca posible de la llama y pueda de este modo alimentarla con mayor facilidad, aun cuando la cantidad se haya consumido casi enteramente. La parte superior de este depósito está atravesada por una abertura circular de 18 á 20 milímetros de diámetro de (9,288 á 10,320 líneas), que cubre la placa horizontal del porta mecha, y sobre el cual se eleva un anillo cilíndrico *b*, cuya superficie vertical inferior forma una tuerca.

«Un tubo esterior *c* (fig. 1 y 2) sirve comunmente para introducir el aceite en el depósito; su abertura inferior se

aproxima entonces bastante al fondo, para que se halle siempre bajo la superficie del aceite, aun cuando solo queden de este algunas líneas de altura; el orificio esterior de este tubo se cierra con un tornillo de cobre. Algunas veces se reemplaza este tubo derecho por uno encorbado que se introduce en el depósito como un sifon (fig. 3), á fin de que quede siempre aceite en el fondo de este tubo, y que no tenga punto de comunicacion abierto con la parte esterior, aun cuando se levante el tapon para reponer el aceite en la lámpara; pero esta disposicion no impedirá que una detonacion en lo interior de la caja haga salir al aceite fuera del sifon, y es preciso por lo tanto abstenerse lo posible de abrir el tapon del depósito cuando el aire de la mina es detonante. Vale mas suprimir enteramente este tubo esterior, como se advierte en las figuras 10 y 11, en la cual se vierte el aceite por la placa horizontal del porta mecha.

«Un tubo *d* abierto por los dos estremos, está soldado sobre el fondo del depósito y se eleva hasta encima de la placa del portamecha atravesándole. Su objeto es contener una espiga cilíndrica *e* que le llena enteramente, y cuyo estremo superior está encorbado en forma de gancho, y sirve para regular la mecha, bajarla, subirla, espavilarla ó privarla de la luz. La estremidad inferior de esta espiga está doblada en ángulo recto á fin de poderla colocar ó detenerla sobre la lengueta ó placa *f*, en la que uno de sus estremos se encuentra libre y el otro soldado al depósito.

«Otro tubo *g* atraviesa los dos fondos del depósito y está soldado á él herméticamente; sirve para dar paso á una espiga que entra á tornillo (fig. 17), que tiene la linterna cerrada y no permite abrirla sino con la llave (fig. 16) que se adapta á la cabeza de este tornillo. Una placa *u* que gira al rededor

de un pasador remachado, sirve para tapar el orificio de este tubo, é impide que se introduzca por el tierra, barro ú otras materias estrañas (fig. 11 y 13). El portamecha *h* consiste en un pequeño tubo vertical de 5 milímetros de diámetro (2,580 líneas), y 30 de longitud (15,480 líneas)); está soldado en el centro de una placa horizontal *i*, de 45 milímetros de diámetro (23,220 líneas). En el costado un poco mas abajo de su estremidad superior, tiene una abertura rectangular *k* para introducir segun conviene el gancho que sirve para levantar ó bajar la mecha (Véase la fig. 8 y 9).

«484 La cubierta *L* de tela ó gasa metálica que contiene ciento cuarenta agujeros por cada centímetro cuadrado (26,5225 líneas), tiene la forma de un cilindro un poco cónico lo que le permite entrar en la caja de que hablaremos despues y quitarlo con facilidad para limpiarla.

«La altura de esta cubierta es de 15 á 17 centímetros (74,40 á 87,72 líneas), su estremidad superior tiene 35 milímetros (18,060 líneas) de diámetro y está cerrada por una capa de la misma tela; la parte inferior tiene 38 á 40 milímetros de diámetro (19,508 á 20,640 líneas). Esta se halla abierta y su borde *m* está replegado ó vuelto hácia fuera formando una pestaña de 2 á 3 milímetros (1,032 á 1,548 líneas, como se ve en la figura 6, ó lo que es mucho mejor, este borde inferior se cierra justamente liándole con un alambre al cuello de una birola ó rodaja de cobre *n* (fig. 14). Esta birola tiene la ventaja de conservar la forma circular del borde inferior de la cubierta é impedir que se levante la cubierta ó chimenea sin dividir la caja.

«Las diferentes dimensiones que acabamos de indicar son las que mejor convienen, porque en los cilindros muy grandes la combustion del gas inflamable calienta demasiado su parte

superior, y puede hacerla pasar prontamente á un fuerte calor rojo por cuya circunstancia el tejido metálico se alterará y será agujereado en poco tiempo, y ya no ofrecerá seguridad, porque podrán tener lugar las esplosiones.

Es muy bueno para evitar este inconveniente en todos los casos aun en los cilindros de cortas dimensiones el cubrir el cilindro con otro segundo *o*, cuya longitud sea de 3 á 4 centímetros (15,48 á 20,60 lineas), y su parte superior se eleve tobre la primera de 12 á 15 milímetros (6,192 á 7,224 líneas).

«Las junturas de estas cubiertas deben estar rebordadas ó replegadas una sobre otra á fin de no dejar ninguna abertura mayor que las mallas ó intersticios del tejido ; y para que no puedan separarse , aun cuando se plieguen ó desfiguren por causa de algun golpe.

«En vez de añadir la segunda cubierta de tela metálica de que acabamos de hablar, puede tambien adaptarse á la parte superior de la cubierta *l*, un capitel cilíndrico de cobre *p*, de 3 centímetros de longitud (15,48 líneas) , y atravesado de agujeros tan pequeños como los de las mallas de la tela metálica (fig. 6).

485. La caja ó jaula *g*, se compone de cuatro ó mejor de cinco alambres gruesos de hierro , su longitud de 18 á 19 centímetros (92,98 á 98,14 líneas), fijos por su estremo inferior sobre el borde de un anillo de cobre *r* y por el superior á una placa de chapa de hierro *s*, de 7 á 8 centímetros de diámetro (36,12 á 41,28 líneas).

El anillo *r* lleva en la superficie vertical esterior cuatro ó cinco vueltas de rosca (fig. 7 y 14 repetida).

La placa *s* es bastante larga para cubrir el cilindro preservarle é impedir que las gotas de agua que pueden caer de arriba penetren en la linterna y apaguen la lámpara ; esta

placa está provista de un anillo y de un gancho *t* para poderla llevar á la mano, colgarla en un boton del vestido ó donde se quiera.

Se hace entrar el cilindro de tela metálica en esta caja hasta que su borde inferior *m* ó la birola *n* sobre que está fijo este borde, se ponga en contacto con el anillo *r*; este anillo se atornilla en la tuerca del depósito, y al mismo tiempo asegura de este modo la jaula, el cilindro y el portamecha, manteniendo cada cosa en su lugar correspondiente.

Aunque en todo lo que precede hayamos tomado casi testualmente los detalles que acabamos de manifestar de la instruccion redactada por M. Baillet, no cesaremos de recomendar su lectura detenida á las personas que deseen la claridad necesaria sobre este asunto. Ademas del carácter oficial de este escrito que es ya una garantía de su exactitud, se encuentra una mas segura todavia, en la perseverancia honorífica con que se ha ocupado tantos años M. Baillet en todo lo que tiene relacion con el deplorable fenómeno del fuego de las minas.

486. Anteriormente hemos indicado el empleo del cloruro de cal como un medio de purificar el aire de las minas. En Inglaterra se ha empleado para este uso y se ha creido advertir que habia producido buenos efectos. Para servirse de él se dejan por la tarde en la galería que se ha de purificar algunas libras de cloruro de cal bien preparado, y parece que por medio de esta precaucion absorve ó destruye todo el gas inflamable que se desenvuelve. Este esperimento exige confirmacion, pero hemos creido conveniente llamar sobre él la atencion de los propietarios de minas, á quienes será facil hacer ensayos repetidos, recogiendo algunos frascos de gas inflamable y sometiéndolos durante algun tiempo á la accion del cloruro de cal.

Hidrógeno carbonado.

487. *Propiedades.*—Este es un gas sin color, de un olor empyreumatico, poco soluble en el agua; apaga los cuerpos en combustion y se inflama por la accion del fuego al contacto del aire. Entonces arde con una llama blanca y fuliginosa, su densidad es de 0,9852.

Espuesto al calor rojo se descompone en carbon que se deposita y en hidrógeno semicarbonado ó en hidrógeno. El mismo efecto produce en él la electricidad, sometiéndole á la accion de una serie de chispas eléctricas por un tiempo prolongado, se trasforma en carbon é hidrógeno.

Mezclado con el oxígeno ó con el aire detona bien sea por la chispa eléctrica, bien por el contacto de un cuerpo en combustion. En este caso resulta agua y ácido carbónico. El azufre al grado de calor rojo naciente precipita el carbon y forma ácido hidro-sulfúrico.

El cloro obra de una manera variada sobre este gas, mezclando dos volúmenes de cloro y uno de hidrógeno carbonado, y esponiendo la mezcla á la accion de los rayos solares ó á la de una bujía encendida, detona produciendo á la vez ácido hidro-clórico y un depósito de carbon. Si por el contrario la mezcla está formada de volúmenes iguales de cloro y de hidrógeno carbonado, y se abandona á sí misma en la oscuridad ó á la luz difusa sin elevar su temperatura, los dos gases se combinarán de repente y producirán un compuesto de apariencia oleosa, en el cual se hallarán los dos gases en las proporciones citadas. Este es una especie de éter, del que nos ocuparemos mas adelante. En fin, si este mismo éter se pone en contacto con un esceso de cloro bajo la influencia

solar, se producirá gas hidroclórico y cloruro de carbono.

El iodo produce tambien una especie de éter con este gas, pero solamente bajo la influencia de los rayos solares prolongada largo tiempo. Estos dos cuerpos concluyen por combinarse sin mas reaccion.

El hidrógeno carbonado no tiene accion sobre los colores. Hace el papel de una base poderosa y neutraliza perfectamente á los ácidos mas fuertes, tales como los ácidos sulfúrico, hidroclórico, hidroiódico, acético, etc. Forma con la mayor parte de estos ácidos unos compuestos perfectamente neutros, aunque muy ricos en ácido, que estudiaremos mas adelante.

Ordinariamente las combinaciones de este género conocidas bajo el nombre de éteres, no se producen sino en circunstancias particulares, pero el ácido sulfúrico puede unirse directamente al hidrógeno carbonado cuando está concentrado lo suficiente. M. Faraday ha observado en efecto que el ácido sulfúrico concentrado puesto en contacto con este gas le absorve con prontitud, de manera que en diez y ocho dias condensa 85 veces su volúmen perdiendo una parte de su capacidad de saturacion. Este es el único ácido que puede combinarse directamente con este gas.

488. *Composicion.*—Su composicion consta de

2 át. carbono	= 75,33	ó bien	85,80
2 át. hidrógeno	= 12,48		14,20
1 át. hidrógeno carbonado.	= 87,81		100,00

Es decir, dos volúmenes de vapor de carbono y dos volúmenes de hidrógeno condensados en uno solamente; lo que se demuestra con facilidad haciendo detonar un volúmen de hidrógeno carbonado con cinco volúmenes de oxígeno en un

eudiómetro de mercurio por medio de la chispa eléctrica. Quedan cuatro volúmenes de un resíduo compuesto de ácido carbónico y de oxígeno. Como el ácido carbónico representa un volúmen de oxígeno igual al suyo, falta un volúmen del oxígeno empleado que formando agua ha debido absorver dos volúmenes de hidrógeno. Ademas, en el resíduo de la detonacion produce la potasa una absorcion igual á dos volúmenes. Esta es del ácido carbónico, lo que representa tambien dos volúmenes de vapor de carbono. El volúmen de hidrógeno carbonado empleado está compuesto, pues, de dos volúmenes de hidrógeno y dos de vapor de carbono condensados en un solo volúmen.

489. *Preparacion.*—Esta preparacion es muy sencilla. Se toma una parte de alcohol y tres y media de ácido sulfúrico concentrado en peso. Se introduce el alcohol en una retorta de vidrio, se añade poco á poco el ácido sulfúrico, teniendo cuidado de agitarlo á cada adicion, para evitar un desprendimiento de calor demasiado repentino. Se adapta á la retorta un tubo encorvado, cuyo estremo libre se introduce en la cuba de agua. Se coloca la retorta en un horno, y se calienta hasta que el líquido entre en ebullicion. A este tiempo el hidrógeno carbonado se desprende y se recoge en frascos llenos de agua. El licor que desde luego tiene un poco de color, va tomando poco á poco una tinta morena, y cuando la operacion toca á su fin, el gas carbonado que se desprende, está mezclado con mucho ácido sulfuroso y ácido carbónico. Al momento se forman vapores blancos que acompañan á los gases, el licor que contiene la retorta se ennegrece, se hace espumoso y se lanza al través del tubo, si no se tiene cuidado de levantar el aparato y sustraerle á la accion del fuego.

Estos diversos fenómenos estan bastante bien representados por una teoría que será necesario por lo tanto modificar mucho en los detalles siguientes. El alcohol está formado de agua y de hidrógeno carbonado, entrando en su composicion un átomo de cada sustancia. El ácido sulfúrico empleado se apodera del agua y pone al hidrógeno carbonado en libertad en los primeros instantes de la operacion. A medida que el alcohol se destruye, el punto de ebullicion de la mezcla se eleva poco á poco y llega una época en que el hidrógeno carbonado naciente descompone al ácido sulfúrico, produciendo agua, ácido sulfuroso, ácido carbónico y un depósito de carbon. Esta reaccion concluye por hacerse muy violenta, y de aqui procede la elevacion del líquido al terminar la operacion.

Se forman ademas diversos productos que se han mirado como accidentales, á saber: un poco de éter sulfúrico, de aceite dulce de vino y de bisulfato de hidrógeno carbonado (ácido sulfo-vínico). Siendo volátiles los dos primeros, acompañan al gas; el tercero se destruye ó se vuelve á encontrar en la retorta.

Al estudiar el éter sulfúrico volveremos á tratar de estos fenómenos. Veamos ahora como se purga el hidrógeno carbonado de las diversas materias que le acompañan. Contiene como hemos dicho ácido sulfuroso, ácido carbónico, éter sulfúrico y aceite dulce de vino. Por medio de una disolucion concentrada de potasa se le priva de los dos ácidos. En seguida se agita el gas con un poco de alcohol debilitado; de este modo se condensa el vapor de éter y el del aceite dulce de vino, que son solubles. En fin, agitando el gas con un poco de agua para privarle del vapor alcohólico, puede considerarse como puro.

490. *Usos.*—En el estado de pureza, este gas no tiene uso alguno, pero puede decirse que sus aplicaciones son numerosas bajo diversas formas.

Mezclado con diversos carburos de hidrógeno, entra en los gases que se emplean para el alumbrado. Combinado con el agua produce el alcohol, el éter sulfúrico; con diversos ácidos produce los éteres compuestos, y aun tal vez las diversas especies de azúcar, combinándose con el ácido carbónico. Sea como quiera, este cuerpo es uno de los que juegan un papel importante y frecuente en la química orgánica, por lo cual tendremos precision de hablar á cada instante de sus propiedades cuando nos ocupemos de esta parte de la ciencia.

Carburos de hidrógeno.

491. Ademas de los dos gases que acabamos de describir, forma el hidrógeno con el carbono diversas combinaciones que vamos á estudiar con cuidado; unas tienen aplicaciones directas al arte del alumbrado, y otras nos servirán mas adelante para esplicar muchos fenómenos dignos de atencion.

492. *Carburo de hidrógeno.*—Este es como se advierte el nombre del hidrógeno carbonado invertido. En efecto, la sustancia que vamos á examinar posee la misma composicion con propiedades diferentes. El carburo de hidrógeno contiene:

4 át. hidrógeno......=	24,96	ó bien 14,20
4 át. carbono........=	150,66	85,80
1 át. carburo........=	175,62	100,00

es decir, que este cuerpo está formado de 4 volúmenes de hidrógeno y 4 de vapor de carbono condensados en un solo

volúmen. Este es el gas hidrógeno carbonado, cuya condensacion será doble de la que posee habitualmente.

Este cuerpo es líquido á 18° c. bajo cero. Es el mas ligero de todos los líquidos conocidos. A la presion ordinaria entra en ebullicion á pocos grados bajo cero, y produce un gas que puede recogerse y conservarse en el mercurio. Este gas es incoloro, su densidad es de 1,9264 ó al poco mas ó menos doble de la del gas hidrógeno carbonado.

Este gas ó este vapor es poco soluble en el agua, y por el contrario muy soluble en el alcohol, que le abandona tan luego como se dilata en agua la disolucion. El gas se desprende entonces con una viva efervescencia. El aceite de oliva disuelve cerca de seis veces su volúmen. Los alcalís no tienen accion sobre él, y en el mismo caso se halla el ácido hidroclórico.

El ácido sulfúrico por el contrario absorve cerca de cien veces su volúmen con produccion de calor, y adquiere una tinta morena, pero no se produce ácido sulfuroso. Por la adicion del agua se enturbia este líquido, pero no deja desprender ningun gas. Aqui se forma una combinacion real entre el ácido y el carburo, habiendo perdido el ácido una parte de su capacidad para la saturacion.

El cloro forma con este compuesto dos combinaciones distintas. La primera contiene volúmenes iguales de cloro y de carburo gaseoso, se produce rápidamente con desprendimiento de calor desde el momento en que se ponen en contacto los dos gases. Esta combinacion tiene una apariencia oleosa. Espuesta á la accion directa de los rayos solares en una atmósfera de cloro, se trasforma en ácido hidroclórico, y en un compuesto viscoso que contiene tambien cloro, hidrógeno y carbono. No se produce cloruro de carbono, de donde se deduce que obran-

do todo el carburo de una manera análoga á la del hidrógeno carbonado, produce sin embargo unos compuestos muy diferentes por sus proporciones.

El carburo en vapor se inflama por el contacto del aire y de un cuerpo inflamado, arde con una llama brillante y se trasforma en agua y en ácido carbónico. Mezclado con un esceso deoxígeno, detona por la accion de la chispa eléctrica. Cada volúmen de este vapor exige 6 de oxígeno, y produce 4 volúmenes de ácido carbónico, lo qúe demuestra que dos volúmenes de oxígeno han sido empleados para formar agua. El vapor estaba, pues, formado de 4 volúmenes de hidrógeno y 4 de vapor de carbono, como se ha establecido anteriomente.

Sesqui-carburo de hidrógeno.

493. Este cuerpo es liquido aun á la temperatura de 18° bajo 0°, su densidad es igual 0,86 á 15° c, hierve á los 85° c. La densidad de su vapor es al poco mas ó menos 2,96, no deberá ser sino de 2,807. Este compuesto no se diferencia del siguiente por sus reacciones, sino en que el ácido sulfúrico obra sobre él con mucha fuerza, desarrollándose mucho calor. De esta reaccion resúlta un ácido negro, espeso y un líquido amarillo muy ligero, sobre el cual el ácido sulfúrico no tiene accion á la temperatura ordinaria.

El sesqui-carburo de hidrógeno debe contener

6 át. carbono.........	= 225,99	ó bien	90,02
4 át. hidrógeno.......	= 25,96		9,98
1 át. sesqui-carburo.	= 251,95		100,00

Bi-carburo de hidrógeno.

194. A la temperatura ordinaria este cuerpo es líquido, no tiene calor, es trasparente, de un olor empirreumático, pero que recuerda el de las almendras. Su densidad á 15°5 es de 0,85. A la temperatura de 0° cristaliza, y cuando se le hace descender á 18° se vuelve frágil, pulverulento y de la consistencia del azúcar al poco mas ó menos. Funde á 5°5 y hierve á los 85°5. La densidad de su vapor es de 2,752, deben haberse hallado solamente 2,738, pero la diferencia es de poca consideracion.

Este cuerpo es mal conductor de la electricidad, se descompone por la accion del calor rojo en carbono y en hidrógeno semi-carbonado. Puesto en contacto con un cuerpo en combustion se inflama y arde con una llama muy brillante, pero muy fuliginosa. Puesto en contacto con el oxígeno produce una cantidad suficiente de vapor para formar con este gas una mezcla muy detonante.

El cloro introducido en una retorta con el bicarburo de hidrógeno, solo ejerce sobre él una, débil accion hasta el momento en que la mezcla se espone á los rayos solares; entonces se forman vapores espesos sin producir mucho calor. Se obtienen por esta reaccion una buena cantidad de ácido hidroclórico y otras dos sustancias; la una sólida y cristalizada, la otra líquida, densa y espesa; ninguna de las dos es soluble en el agua, pero lo son en el alcohol, la sustancia líquida se disuelve prontamente en este líquido, la sólida lo hace con mayor dificultad ; estas sustancias parecen unos compuestos triples de cloro, carbono é hidrógeno.

El iodo , el potasio , las disoluciones alcalínas ó sus

carbonatos no ejercen ninguna accion sobre el bi-carburo.

El ácido nítrico le ataca muy lentamente, y parece que se forma ácido hidro-ciánico. Despues de lavada la materia parece no ha esperimentado sino poco ó ningun cambio.

El ácido sulfúrico mezclado con el bi-carburo de hidrógeno sobre el mercurio solo ejerce sobre este cuerpo una accion moderada. El calor que se desprende apenas es sensible, la mezcla no ennegrece, ni se forma ácido sulfuroso, pero el ácido toma un ligero color amarillo, y se advierte sobrenadar á la superficie un líquido incoloro que parece ser el resultado de la accion. Este líquido no es afectado por el agua, ni por mayor cantidad de ácido sulfúrico, y se solidifica al rededor de 1° sobre cero. Es mas ligero que el agua, soluble en el alcohol, de donde se precipita por un poco de agua, pero con una gran cantidad se redisuelve enteramente.

El bi-carburo de hidrógeno está compuesto de

6 át. carbono.....=	225,99	ó bien	92,35
3 át. hidrógeno...=	18,72		7,65
	————		————
1 át. bi-carburo..=	244,71		100,00

495. *Preparacion.*—Todos estos carburos de hidrógeno han sido descubiertos por M. Faraday, de quien hemos tomado los detalles precedentes y los que siguen. Los carburos de hidrógeno se obtienen descomponiendo el aceite por el calor en la fabricacion del gas del alumbrado. Ordinariamente estos cuerpos se hallan en el estado de vapor mezclados con el gas, y comunican una hermosa claridad á su llama; pero cuando se comprime el gas con una presion de 30 atmósferas, como se verifica en las botellas que se emplean para el alumbrado portátil, estos compuestos se condensan y toman la forma líquida; entonces se les puede estraer del recipiente,

Cuando se abre la válvula que está adaptada á estos vasos, sale primeramente mucha agua, despues un líquido oleaginoso, que presenta en el primer momento una viva efervescencia, debida sin duda al desprendimiento de algun gas de que está saturado. Mil pies cúbicos de un buen gas suministran al rededor de cuatro litros (319,51244 pulgadas cúbicas) de este líquido que contiene los tres carburos estudiados anteriormente. Este líquido es unas veces trasparente y sin color, y otras opalescente, amarillo ó moreno por refraccion, y verde por reflexion. Tiene el olor del gas del aceite, hierve á la temperatura ordinaria, pero pierde muy pronto esta propiedad.

Sometiendo este líquido á un calor muy ligero, como el de la mano por ejemplo, y haciendo pasar los productos al través de un tubo, cuya temperatura sea de 18° c. bajo cero, el vapor formado se condensa casi enteramente, toma la forma líquida y la conserva á esta temperetura. Este es el carburo de hidrógeno. En esta operacion es menester no pasar la temperatura de 35 á 36°. Se obtiene en carburo de hidrógeno por este medio una décima parte del líquido empleado.

Continuando la destilacion, el punto de ebullicion del resíduo se aproxima poco á poco, se separan todas las porciones que se han volatilizado antes de la temperatura de 60° c. Estas porciones son una mezcla que es necesario tratar como el líquido primitivo. Cuando la temperatura ha llegado á 80° c. se recoge aparte todo lo que se ha condensado, hasta que el punto de ebullicion haya llegado á 90°. Entre estos dos términos se volatiliza cerca de la mitad del líquido total; el resíduo entonces es insignificante.

El producto recogido entre los 80 y 90° c. se somete á un frio de 18° bajo 0°, y se solidifica en gran parte. Se in-

troduce papel de filtro en la probeta que le contiene, comprimiéndole bien con una barilla de vidrio, á fin de privarle de todas las partes líquidas; en fin, se somete el resíduo sólido á la accion de una prensa fuerte entre papeles, cuya temperatura se haya hecho descender á 18°, teniendo cuidado que todas las piezas que se hallan próximas á la materia estén enfriadas á esta misma temperatura. El *bi-carburo de hidrógeno* queda en los papeles bajo la forma sólida. Para privarle enteramente de la humedad, se le hace destilar sobre la cal viva.

Si en vez de embeber el líquido á 18° se decanta, se tendrá el *sesqui-carburo de hidrógeno.* Este estará á la verdad saturado de bi-carburo, pero no se conoce ningun medio para separar estos dos cuerpos. Tambien puede obtenerse tratando por el alcohol caliente los papeles que se han empleado en el esperimento anterior. Este líquido disolverá al sesqui-carburo que se precipitará en seguida por el agua.

496. Parece que estos tres cuerpos en diversas proporciones forman ellos solos el líquido condensado por la presion, haciendo abstraccion de uno ó dos centésimos de aceite poco alterado, arrastrado probablemente por los gases en el momento de la descomposicion. Muy bien se puede formar una idea aproximada de las proporciones relativas de estos cuerpos en el ejemplo siguiente:

M. Faraday ha tomado 100 partes de líquido á 14°,4, los ha sometido á la destilacion anotando la pérdida que esperimentaban por cada 5°,5 hasta el punto de ebullicion, y ha obtenido los resultados siguientes:

Temperatura del resíduo.	Pérdidas sucedidas.	Naturaleza del producto condensado.
21°,1	1,1	7,7 carburo de hidrógeno, en la mayor parte.
26,6	1,9	
32,2	2,2	
37,7	2,5	
43,3	2,4	21,3 mezclas de tres carburos.
48,8	3,1	
54,4	2,9	
60,0	3,2	
65,5	3,1	
71,1	3,2	
76,7	3,4	
85,2	15,7	55,2 sesquí-carburo y bi-carburo mezclados.
87,8	23,4	
93,3	16,1	
89,9	7,4	12,4 sesqui-carburo, bi-carburo y probablemente aceite.
104,4	3,7	
110,0	1,3	
121,0	3,4	Este último producto no se volatiliza hasta despues de haber sufrido una ligera alteracion.
	100,0	

Mas adelante volveremos á tratar del papel que juegan estos cuerpos en el alumbrado del gas, del aceite y aun tal vez en el que proviene del carbon de tierra.

Aceite ó esencia de rosas.

497. Esta sustancia preciosa, no habia sido sometida jamás á un examen detenido; cuando M. Saussure hizo su aná-

lísis, estudió algunas de sus propiedades, y encontró uno de los primeros ejemplos de dos cuerpos dotados de propiedades diferentes, aunque formados de la misma composicion. Este resultado notable ha sido últimamente apoyado por unos hechos análogos, que abren á la ciencia química un camino nuevo y probablemente muy fecundo.

El aceite de rosas del comercio está formado de dos sustancias oleosas en el estado de mezcla. Una de estas es líquida, y la otra sólida á la temperatura ordinaria. M. de Saussure los separa, bien sea por la compresion entre dos capas de papel de filtro compuestas de varias hojas que se embeben el aceite líquido y dejan el resíduo oleoso sólido, ó bien por medio del alcohol cuya densidad sea de 0,8 que apenas disuelve al aceite sólido á la temperatura ordinaria, cuando se apodera enteramente del líquido.

El aceite sólido está compuesto de:

Carbono......	85,45
Hidrógeno ...	14,55
	100,00

Este cuerpo tiene la misma composicion que el hidrógeno carbonado ordinario.

Sus propiedades son poco conocidas. Es sólido á la temperatura ordinaria, funde entre los 33 y 34° c., y cristaliza por el enfriamiento en láminas blancas, brillantes y trasparentes, tan duras como la cera, calentándola en vasos cerrados con el oxígeno, se inflama cerca del grado rojo produciendo una especie de detonacion, agua y ácido carbónico. Cada tres volúmenes de oxígeno consumidos producen 2 de ácido carbónico, como en la combustion del hidrógeno car-

bonado. La detonacion que se advierte en este esperimento manifiesta que esta materia es volátil. Sin embargo, á la temperatura ordinaria su tension es nula, lo que indica un punto de ebullicion elevado.

La esencia de rosas sólida es poco soluble en el agua; apenas se disuelve en el alcohol frio, porque 1000 partes de alcohol á 0,8 de densidad, solo disuelven 2 partes á la temperatura de 14° c.

498. El aceite líquido que acompaña al precedente no ha sido examinado, pero se puede formar una idea de sus propiedades, segun las de la mezcla estudiada por M. Th. de Saussure, y que consiste en 2 p. de aceite líquido por una de sólido.

Esta mezcla ó esencia ordinaria, funde entre 29 y 30.° c. Su densidad tomada á 32° c., es de 0,832 relativamente al agua tomada á 15° c. Es el mas ligero de todos los aceites que se estraen de los vegetales. El aceite sólido parece mas ligero todavia, por consecuencia el aceite líquido debe ser mas denso. La tension de la esencia ordinaria es igual á 2 milímetros (1,032 líneas) de mercurio á 14°, 5 c. La del aceite líquido debe ser mayor, 1000 partes de alcohol pesando 0,8, disuelven á 14° c. siete partes de esencia comun; á 22° c. disuelven 30. El aceite líquido debe ser mas soluble todavia en este vehículo.

La esencia comun se inflama tambien con esplosion en el oxígeno, pero de una manera menos notable que la esencia sólida. Su composicion consta de:

Carbono	82,05
Hidrógeno ...	13,13
Oxígeno	3,95
Azoe	0,87
	100,00

De donde se deduce que el aceite líquido contiene oxígeno y tal vez azoe, y que debe estar compuesto al poco mas ó menos de

Carbono	80,56
Hidrógeno ...	12,42
Oxígeno	3,92
Azoe	1,30
	98,20

Las propiedades de la esencia sólida y las de la esencia líquida son, pues, bien diferentes.

En otra parte describiremos la preparacion del aceite de rosas asi como las aplicaciones (ACEITES ESENCIALES).

Naphtalina.

499. La sustancia conocida con este nombre, fué observada en Inglaterra entre los productos del alumbrado por el gas de la ulla. Para obtenerla M. Kidal, toma la brea que proviene de la destilacion de la ulla y la hace pasar al través de un tubo candente. Los productos que se reunen en el recipiente son agua cargada de sales amoniacales y una nueva brea, semejante en apariencia á la precedente.

Se aparta esta brea, se pone en una retorta y se destila con cuidado. Por esta operacion se volatiliza el agua, despues una materia oleosa, y por último se reune en el cuello y en la parte superior de la retorta una sustancia cristalina en forma de ligeros copos semejantes á los de una nevada; esta es la naphtalina.

Esta sustancia es blanca, dulce y untuosa al tacto, mas pesada que el agua, de un olor análogo al de la flor del narciso y de un sabor picante. Su tension parece débil á la temperatura ordinaria. Funde á 82° c, hierve á 200 y cristaliza en las minas romboidales ó exagonales.

Aunque la natphalina no sea muy volátil, cuando se la hace hervir con el agua, viene sin embargo á condensarsé al cuello del matraz ó de la retorta. Cuando se la funde en un crisol, y este se coloca debajo de una campana de cristal, el vapor que se desprende cristaliza en el aire en una multitud de pequeñas agújas á la manera de una nevada.

El calor parece que tiene poca accion sobre la naphtalina. En efecto, si se arroja esta sustancia en un crisol que se halle enrojecido por el fuego, en vez de inflamarse ó descomponerse, se sublima y viene á condensarse sobre los cuerpos frios que encuentra á su alrededor. Este hecho podrá hacer creer que la naphtalina existe en la brea de la ulla, y que el calor rojo á que se espone esta, tiene solo por objeto el destruir las materias estrañas que la acompañan. Tal vez la naphtalina existe formada enteramente en la ulla ordinaria, al menos se observa un producto muy análogo en algunas minas de mercurio bituminosas, de donde se puede estraer sin recurrir á la destilacion.

La naphtalina se inflama con dificultad, pero cuando ha llegado á ponerse en combustion arde desprendiendo con abundancia un humo espeso que forma hollin. El agua fria no

la disuelve, pero cuando está hirviendo, se apodera de una pequeña cantidad que abandona en forma de cristales por el enfriamiento.

Es muy soluble en el éter y en el alcohol, pero mucho mas en caliente que en frio. Los aceites grasos ó esenciales la disuelven tambien.

Los alcalís tienen poca accion sobre esta sustancia; no se hallan los ácidos en igual caso. El ácido nítrico es descompuesto por esta materia, y la trasforma en una sustancia cristalizable en agujas amarillas. El ácido hidroclórico la disuelve y toma un color de clavel purpúreo. El ácido oxálico y el acético obran del mismo modo, pero se coloran menos.

El ácido sulfúrico concentrado se combina con ella por el intermedio de un calor suave, y produce un compuesto ácido que puede hacerse pasar al estado sólido por una evaporacion lenta.

Este es el ácido sulfo-naphtálico. (VEASE ETERES).

Segun M. Faraday, la naphtalina está formada de:

10 át. carbono......	=376,60	ó bien	93,76
4 át. hidrógeno ...	= 24,96		6,24
1 át. naphtalina...	=401,56		100,00

Aceite dulce de vino.

500. Se conoce hace mucho tiempo con este nombre un compuesto líquido, de un olor aromático, incoloro ó ligeramente citrino, de una consistencia oleosa, volátil, pero sin embargo no hierve sino á una temperatura bastante elevada; es insoluble en el agua, muy soluble en el éter sulfúrico

de una gravedad de 0,917 á la temperatura de 10°,5 c.

Este compuesto segun los señores Serullas y Hennel, está formado de carbono é hidrógeno en las proporciones convenientes para constituir el hidrógeno carbonado comun, por lo cual es un cuerpo de los que mas se aproximan al carburo de hidrógeno y al aceite de rosas; de suerte que no habrá menos de cuatro compuestos idénticos por su composicion y diferentes por sus propiedades, entre los cuerpos formados por el hidrógeno y el carbono.

Este cuerpo se obtiene destilando una mezcla de dos partes de ácido sulfúrico concentrado y una de alcohol. Dilatando en agua el producto que se condensa en el recipiente, se separa un líquido oleaginoso, que se aisla por medio de un embudo. Este líquido se somete á una nueva destilacion sobre una mezcla de potasa y de cloruro de calcio; el producto que se obtiene es el aceite de vino.

Todos estos tratamientos son fáciles de comprender. Durante la destilacion del alcohol y del ácido sulfúrico, el hidrógeno carbonado del alcohol se combina con el ácido sulfúrico y forma un sulfato neutro de hidrógeno carbonado. Queda, pues, por producto en el recipiente: 1.°, alcohol que ha escapado á la reaccion; 2.°, éter sulfúrico; 3.°, ácido sulfuroso; 4.°, sulfato de hidrógeno carbonado. El agua se apodera del alcohol, del éter y del ácido sulfuroso: descompone al sulfato de hidrógeno carbonado, se apodera tambien de su ácido y deja en libertad al hidrógeno carbonado condensado bajo la forma oleosa. Este es el aceite dulce de vino que retiene todavia un poco de agua y de ácido. El cloruro de calcio, en la última destilacion se apodera del agua, y la potasa del ácido. El aceite de vino se forma siempre en la preparacion del éter sulfúrico, hácia el fin de la operacion; tambien

se forma en la destilacion del ácido sulfo–vínico ó de los sulfo-vinatos.

Naphta.

501. *Propiedades.*—La naphta es líquida, sin color, tan fluida como el alcohol, de un olor débilmente bituminoso, de un sabor poco pronunciado y de una densidad de 0,753 á 16° c.; hierve á 85° c., precisamente como el sesqui-carburo de hidrógeno. La densidad de su vapor es de 2,833.

El calor rojo descompone á este cuerpo en carbon, en hidrógeno mas ó menos carbonado y en un aceite bituminoso que tiene en disolucion mucho carburo de hidrógeno sólido, que puede obtenerse cristalizado por una destilacion hecha á 35.° c. La naphta espuesta al aire se inflama por el contacto de un cuerpo en combustion: su llama es muy blanca y fuliginosa. El vapor de naphta puesto en contacto con el oxígeno produce una mezcla que la chispa eléctrica ó los cuerpos en combustion hacen detonar. El cloro la ataca á la temperatura ordinaria, pasando él al estado de ácido hidro–clorico, y trasformando la naphta en una sustancia oleaginosa menos inflamable, menos fluida y menos volátil. Los acidos tienen poca accion sobre la naphta: los alcalís no tienen mucha tampoco sobre este cuerpo. El agua no la disuelve, pero el alcohol puro, el éter–sulfúrico, el petrolo, los aceites grasos ó esenciales la disuelven en todas proporciones. El alcohol á 0,835 disuelve un sétimo de su peso á la temperatura de 21° c.

La naphta hirviendo disuelve una dozava parte de su peso de azufre. Este se deposita en cristales por el enfriamiento. Asimismo disuelve $\frac{1}{15}$ de su peso de fósforo, que se deposita en cristales prismáticos, enfriando lentamente la disolucion. Tambien disuelve una octava parte de su peso de iodo.

Pudiendo emplearse la naphta en la fabricacion de los barnices, es necesario tener presentes los datos que siguen: tiene la propiedad este cuerpo de disolver una gran cantidad de alcanfor, y todavia mayor de goma amarilla. La cera no hace otra cosa que dilatarse en este líquido cuando está frio, pero en caliente se disuelve en todas proporciones.

La naphta no disuelve sino una centésima parte de laca en escamas, ó de copal impuro; pero no disuelve ninguna cantidad de succino.

La goma elástica en frio aumenta en la naphta tres veces su volúmen, disolviéndose muy poco: en caliente la disolucion es mas notable, pero siempre incompleta.

La naphta está formada de

6 át. carbono.....	=225,99	ó bien	87,86
5 át hidrógeno...	= 31,20		12,14
1 át. naphta......	=257,19		100,00

La densidad de su vapor calculada será 2,876 en vez de 2,833.

502. *Estraccion.*—La naphta es un producto natural: en la ciudad de Amiano, cerca de Parma se ha descubierto un manantial bastante abundante, para que este producto se emplee esclusivamente en el alumbrado de aquella ciudad. En esta clase de naphta ha practicado M. de Saussure todos los esperimentos, cuyos resultados acabamos de esponer. La naphta no está pura en el momento de salir de la tierra; su densidad es de 0,836; su olor es fuerte, su color amarillo; destilándola suavemente tres ó cuatro veces, se la purifica.

Tambien se encuentra esta sustancia en Calabria, en Silicia y en Persia: este producto sale algunas veces de la

tierra bajo la forma de vapores; entonces se manifiesta por su olor y por la inflamacion de sus vapores al aproximar á ellos un cuerpo en combustion. Algunas veces utilizan los golpes de llama producidos por este medio para cocer los alimentos, fabricar la cal, etc.

Cuando la naphta se presenta de esta manera, hay cas una seguridad, ahondando un poco profundo los pozos, de verla resudar y reunir en gran cantidad.

La naphta se emplea para conservar el potasio; entra en composicion de algunos barnices, y por último se usa para el alumbrado.

Petrolo.

503. El petrolo se estrae por destilacion de una materia bituminoso mineral. Le citamos aqui, por hacer memoria de él de algun modo, porque parece difiere poco de la naphta; pero como no ha sido analizado, no le estudiaremos sino al tratár de las resinas.

Esencia de trementina.

504. La esencia de trementina es un líquido trasparente sin color, de un olor fuerte y desagradable; su densidad es de 0,86 á 22° c. Su tension igual á 9 milímetros de mercurio á la temperatura de 15°; arde produciendo una llama muy blanca y un humo muy espeso.

El carlor rojo la descompone en carbon é hidrógeno mas ó menos carbonado. El agua apenas la disuelve, pero toma su olor. El alcohol cuya densidad sea 0,84 disuelve un sétimo de su peso á la temperatura de 22° c. La esencia de trementina absorve al rededor de siete veces su volúmen de amoniaco. Se

combina con el ácido hidro-clórico y forma un compuesto cristalizable (Véase ÉTERES).

La esencia de trementina parece formada de

10 át cabono	=376,60	ó bien	88,6
8 át. hidrógeno	= 49,92		11,4
1 át. esencia de trementina.	=426,52		100,0

Estos son al menos los números que mas se aproximan á los analísis, porque se han encontrado:

	Lavillardiere.	Th. de Saussure.
Carbono	87,6	87,79
Hidrógeno	12,3	11,65
Azoe	0,0	0,56
	99,9	100,00

Segun el cálculo la densidad de su vapor será de 4,77.

M. Gay-Lussac la ha encontrado de igual á 5,01. La diferencia es muy grande, lo que manifiesta que este cálculo solo es aproximado. Por lo demas la esencia de trementina parece contener diversas sustancias en disolucion. Mas adelante volveremos á tratar de esta materia, como tambien de su estraccion (Véase RESINAS).

El carbono forma tal vez con el oxígeno tantos compuestos como con el hidrógeno; pero hasta el presente solo se han aislado tres, que son el ácido carbónico, el óxido de carbono y el ácido oxálico. No nos ocuparemos en este lugar sino de los dos primeros, el tercero lo estudiaremos con los ácidos vegetales sirviéndonos al mismo tiempo para aclarar la teoría de aquellos compuestos.

Acido carbónico.

505. *Propiedades.*—Este es un gas incoloro, de un olor picante, un sabor ligeramente ácido, enrojece poco la tintura de tornasol. Su densidad es igual á 1,5245; su poder refringente es de 1,526. Este gas apaga los cuerpos en combustion y asfixia prontamente á los animales.

No se altera por una temperatura elevada, pero sí por una série de chispas eléctricas. Entonces se trasforma en oxígeno y óxido de carbono, al menos en parte, porque por mas que se prolongue el esperimento la descomposicion es parcial.

Espuesto á un frio de 20° bajo cero, no cambia de estado, pero comprimiéndole al mismo tiempo que se enfria viene á convertirse en líquido.

M. Faraday ha obtenido el ácido carbónico mezclando en un tubo tortuoso tapado en sus dos estremos carbonato de amoniaco y ácido sulfúrico concentrado. Esta operacion debe practicarse con sumo cuidado, porque los tubos hacen esplosion con mucha facilidad.

El ácido carbónico líquido es muy fluido, no se solidifica sino por un descenso muy grande de temperatura; su poder refringente es mucho menor que el del agua; su vapor á cero ejerce una presion igual á 36 atmósferas. Esto esplica á la vez, porque Sir H. Davy ha propuesto el empleo de los gases comprimidos para hacer nuevas máquinas de vapor, y porque M. Brunel, encargado de realizar este grandioso pensamiento, ha dado la preferencia al ácido carbónico. No pueden preverse las consecuencias de esta aplicacion; es bien triste para las artes el que no se haya sometido todavia á los esperimentos suficientes.

Los tubos que contienen al ácido carbónico líquido se quiebran produciendo una terrible esplosion, cuando se quieren abrir, porque este cuerpo toma de repente su estado gaseoso.

El hidrógeno por medio del calor rojo puede descomponer al ácido carbónico, trasformándole en agua y en óxido de carbono. Para esto, se hace uso del aparato representado en la fig. 10, lámina 4; se introduce la mezcla gaseosa en una de las vejigas, y comprimiendo esta con suavidad, se hace atravesar la mezcla por el tubo de porcelana enrojecido. Si se quiere que la descomposicion sea bien perfecta, se llena el tubo de pequeños fragmentos de porcelana para aumentar los puntos de contacto.

Tambien por medio de este aparato puede estudiarse la curiosa reaccion que el ácido carbónico esperimenta de parte del carbon. En este caso se llena la vejiga de ácido carbónico, se introducen en el tubo de porcelana pedazos de carbon, se eleva la temperatura hasta el grado rojo, y se hace pasar por tiempos el gas sobre el carbon candente. Al cabo de algun tiempo se encuentra que el gas ha doblado sensiblemente su volúmen, y que se ha trasformado enteramente en óxido de carbono. El carbon contenido en el tubo, apoderándose de la mitad del oxígeno del ácido carbónico, se combina con él y pasa al estado de óxido de carbono.

El oxígeno, el cloro, el bromo, el iodo, el azufre, el selenio, el arsénico, el azoe, y tal vez el fósforo, no tienen accion sobre el ácido carbónico. El boro y el silicio le descompondrán sin duda, ayudados de una temperatura elevada lo suficiente.

El agua disuelve al poco mas ó menos su volúmen de ácido carbónico á la temperatura y presion ordinaria: aumen-

tando la presion puede cargársela fácilmente de cinco ó seis veces su volúmen de este gas. (*Véase aguas minerales.*)

506. *Preparacion.*—El ácido carbónico se obtiene por un procedimiento muy sencillo: este consiste en descomponer el carbonato de cal por el ácido hidroclórico ó el ácido sulfúrico. Para esta operacion se hace siempre uso del aparato representado en la lámina 4, fig. 12. Se introduce en el frasco el carbonato de cal, se añade agua hasta llenar las dos terceras partes de su capacidad, y en seguida se vierte el ácido por el tubo de embudo. El ácido carbónico se desprende al momento por el tubo encorvado, y puede recogerse desde que se disuelve sin dejar resíduo en una disolucion de potasa ó de sosa.

Cuando se emplea el carbonato de cal muy dividido, en el estado de creta por ejemplo, es necesario hacer uso del ácido sulfúrico dilatado en diez ó doce veces su volúmen de agua; sirviéndose por el contrario del carbonato de cal denso, tal como el mármol, es preciso emplear el ácido hidroclórico comun. La razon de esto es muy sencilla: el primero de estos ácidos da orígen al sulfato de cal, poco soluble en el agua. Si se hace obrar sobre el mármol, los fragmentos de este se incrustarán bien pronto de sulfato de cal, y no pudiendo el ácido atacar las partes interiores del mármol, la reaccion se detendrá. El ácido hidroclórico por su parte, forma cloruro de calcio muy soluble en el agua, donde resulta que si se pone en contacto este ácido con la creta, la reaccion es tan viva y repentina, que el ácido carbónico desprendido todo de una vez hace pasar al líquido en espuma fuera del frasco. Ninguno de estos inconvenientes se presenta tomando las precauciones indicadas; la reaccion se efectúa tranquilamente, y continúa en uno y otro caso. El ácido carbónico preparado

por medio del ácido hidroclórico tiene siempre un sabor muy picante, debido á una pequeña cantidad de este ácido; asi para la preparacion de las aguas minerales se prefiere siempre hacer uso de la creta y el ácido sulfúrico dilatado en agua. *(Véase aguas minerales).*

En algunas circunstancias se produce el ácido carbónico quemando el carbon por medio del aire; pero por este medio solo se obtiene una mezcla de mucho azoe, un poco de oxígeno y ácido carbónico. Esta mezcla solo puede emplearse en casos muy raros. *(Véase albayalde de sosa carbonatado.)*

307. *Composicion.*—El ácido carbónico está formado de

1 át. carbono......	= 37,66	ó bien	27,36
1 át. oxígeno......	=100,00		72,64
1 át. ácido.........	=137,66		100,00

Esta composicion se demuestra quemando el carbono en el oxígeno, y asegurándose que el ácido carbónico formado ocupa precisamente el mismo volúmen que el oxígeno que le ha producido. La diferencia entre la densidad del ácido carbónico y la del oxígeno, dan el peso del carbono, donde se advierte que este ácido contiene al oxígeno y al carbono en la relacion de 0,422 á 1,1026 que produce los números citados anteriormente.

Este esperimento ha sido repetido de diversos modos; citaremos los dos procedimientos siguientes como los mas sencillos y seguros.

Se toma un balon provisto de una llave de hierro colocada en su armadura correspondiente del mismo metal. A la llave se suelda un alambre grueso de hierro que sostiene una pequeña cápsula de platino, se coloca en esta un carbon bien calcinado ó un diamante, se hace el vacío en el balon y se

llena de oxígeno. Se hace salir una pequeña cantidad de este gas, y colocando el orificio del bálon sobre el mercurio, se abre la llave y se deja entrar el mercurio hasta que el equilibrio se haya establecido, cuidando que la cantidad no esceda del tercio ó la mitad del cuello del balon, lo que se verificará no estrayendo mas cantidad de oxígeno que la que ocupa esta parte. Se cierra la llave despues de introducido el mercurio en el balon, y se enciende el carbon reuniendo sobre él los rayos del sol con el auxilio de una lente que tenga bastante fuerza; una vez encendido el carbon continúa ardiendo hasta consumirse en su totalidad, siendo la cantidad de oxígeno suficiente, y se convierte en ácido carbónico (1). Se deja enfriar el aparato, se coloca de nuevo el orificio del balon sobre el mercurio, se abre la llave y se observa que la columna de mercurio no varía del sitio que antes ocupaba, siempre que las circunstancias de temperatura y de presion no hayan cambiado.

Puede modificarse este aparato haciendo uso de un balon de dos bocas; por una de ellas se introduce una espiga de hierro que lleva la pequeña cápsula de platino y el carbon, y por la otra un hilo de platino terminado en punta muy fina y puesta en contacto con el carbon. Este se enciende por medio de la pila de volta, poniendo los dos alambres en contacto con los dos palos de la pila. Lo restante de la operacion se ejecuta del mismo modo que en el esperimento precedente. (Véase lámina 4, fig. 8).

508. *Estado natural.*—El ácido carbónico se encuentra frecuentemente en la naturaleza, bien sea libre, bien combi-

(1) Para asegurarse que todo el oxígeno se ha trasformado en ácido carbónico, es preciso poner un esceso de carbon con respecto al oxígeno que tiene que absorver. N. del T.

nado. No nos ocuparemos aqui sino del ácido carbónico libre ó disuelto en agua; sus combinaciones se examinarán mas adelante.

El ácido carbónico hace parte del aire; se encuentra tambien en casi todas las aguas, y á veces en cantidad suficiente para hacerlas espumosas. Volveremos á tratar este punto al estudiar las aguas minerales.

Parece que en muchos sitios las cavidades del suelo estan llenas de ácido carbónico libre, que se esparce en el aire con mucha lentitud en razon de su densidad. La gruta del perro, cerca de Pouzzole, en las cercanías de Nápoles, ha llegado á ser célebre por la singular aparicion de algunos fenómenos que de tiempo inmemorial se han observado por la presencia del ácido carbónico. Un hombre de pie respira en ella sin dificultad en tanto que un perro se asfixia casi de repente. Esto es debido al desprendimiento constante de ácido carbónico que hace por su presencia la atmósfera de la gruta irrespirable, hasta la altura de dos pies poco mas ó menos.

Este fenómeno dista mucho de ser el único que se presenta. En las cuevas de algunos cuarteles de Paris se ha ofrecido muchas veces la ocasion de observarle, y ha causado funestos accidentes. Estas cuevas se llenan de ácido carbónico bajo unas condiciones mal conocidas todavia, de suerte que sus atmósferas vienen á ser mortales en un corto espacio de tiempo. No es facil precaver este inconveniente de una manera segura, pero puede disminuirse el peligro: 1.° practicando dos respiraderos en las dos estremidades de la cueva, uno al Mediodia y el otro al Norte; 2.° estableciendo un tubo que toque á la parte inferior de la cueva, y que venga á abrirse en una chimenea despues de haber recorrido una parte de su altura para calentarse; 3.° reparando con cuidado

todas las rendijas de las paredes, y aun cubriendo toda su superficie con una capa de mortero hidraúlico , y colocando á la altura de algunas pulgadas sobre el suelo un lecho de arcilla blanda bien batida, que se cubrirá con tierra igualmente bien batida. En el invierno bastarán los dos primeros medios para renovar el aire de la cueva ; pero en estío su efecto será casi nulo ; en este tiempo se hacen necesarias las precauciones indicadas en tercer lugar para oponerse á la infiltracion del ácido carbónico en las cuevas.

Este gas llega á las cavidades subterráneas despues de haberse desenvuelto en los terrenos vecinos. Cuando el barómetro baja repentinamente debe afluir este gas en gran cantidad , como sucede en los grandes huracanes ; y en efecto, parece se ha notado que esto es evidente. En las cercanías de los volcanes se observa tambien que todas las cavidades y la superficie del suelo estan ocupadas por una capa de ácido carbónico algunos dias antes de presentarse las erupciones. Este fenómeno causa la muerte de casi todos los animales pequeños que no pueden sustraerse á la influencia del gas. Esto se esplica fácilmente admitiendo que el ácido carbónico esparcido en la superficie del suelo ha salido de su interior, ya sea por la presion ejercida por los gases ó vapores que van á causar la erupcion , ya por los movimientos atmosféricos que la preceden ordinariamente.

Por otra parte, es muy facil de esplicar la presencia del ácido carbónico en el suelo. Este gas es uno de los principales productos de la descomposicion de las materias orgánicas que se hallan siempre mezcladas en mayor ó menor cantidad.

Es necesario concluir de todo lo que antecede , que será siempre muy prudente el no penetrar en las cuevas que se sabe estan sujetas á la produccion del ácido carbónico , ó en

las grutas ó cavidades poco frecuentadas, hasta no asegurarse que una luz arde en ellas tranquilamente. Si su llama se vuelve pálida, si se estrecha, y con mayor razon si se apaga, es preciso guardarse de entrar hasta no haber renovado el aire. Esto puede ejecutarse fácilmente encendiendo á la entrada un buen horno, cuyo cenicero comunique con un tubo que vaya á tomar el aire necesario para la combustion á la misma cavidad.

Si el aire de la gruta tiene un olor de huevos podridos, indicio seguro de la presencia del ácido hidro-sulfúrico, no debe penetrarse en ella de ningun modo, antes de haber purificado el aire hasta que todo el olor haya desaparecido, bien sea renovándole, bien regando el suelo con cloruro de cal.

Sucede algunas veces que hay necesidad de entrar en una cueva con prontitud para auxiliar y sacar las personas asfixiadas por el ácido carbónico. Todos los medios indicados antes serian demasiado largos para que su empleo fuera de alguna utilidad. Lo mejor que puede hacerse en este caso es verter en la cueva una disolucion acuosa de amoniaco; se forma carbonato de amoniaco, y el aire se purifica casi de repente. La presencia de un corto esceso de amoniaco no puede perjudicar á los asfixiados, antes por el contrario produce en ellos una escitacion saludable. A falta de amoniaco puede emplearse tambien la potasa ó la sosa cáusticas, como lo ha practicado M. Labaraque, ó bien la cal viva dilatada en agua y esparcida por el suelo. Estas materias diluidas pueden verterse en la cueva con una regadera ó lanzarlas por medio de una bomba y aun de una lavativa en caso de necesidad. Al cabo de algunos instantes se ensayará el aire por medio de una luz, y si continúa ardiendo puede penetrarse en la cueva sin peligro.

Si es bastante facil de concebir la causa del despredimien-

to del ácido carbónico en lo interior de los terrenos de trasporte impregnados de materias orgánicas en descomposicion, no lo es tanto este mismo desprendimiento tan abundante algunas veces á la salida de los manantiales que tienen manifiestamente su orígen en los terrenos graníticos. Tales son los de Volz (Ardeche), de Wilbad (pais de Salzbourg), de Carlsbad (Bohemia), de Warmbrum (Silesia) etc.

Hay pocas entre las sustancias conocidas que puedan por medio de una reaccion simple dar orígen á estas masas tan considerables de ácido carbónico sin la presencia del aire.

509. *Usos.*—El ácido carbónico tiene muchos usos, su presencia en el aire es necesaria para la vegetacion, comunica á la cerveza, al vino de Champagne y á las aguas gaseosas la propiedad de hacer espuma y el sabor picante que hace tan gratas y buscadas estas bebidas. El ácido carbónico se emplea en grande para hacer las aguas gaseosas (*Vease aguas minerales artificiales*). En este caso se hace uso del ácido carbónico estraido de la creta por el ácido sulfúrico, ó bien del que se desprende durante la fermentacion de la cerveza. Se emplea tambien en la preparacion del albayalde. (*Véase carbonato de plomo*, y en este caso se ha servido hasta ahora dal ácido carbónico formado por la combustion del carbon en una corriente de aire.

Muchos manantiales naturales desprenden á su salida de la tierra cantidades considerables de ácido carbónico que podrian aprovecharse.

Oxido de carbono.

510. *Propiedades.*—El óxido de carbono es un gas sin color, sin olor, casi insoluble en el agua, sin accion sobre los

colores vegetales, inalterable por la electricidad ó el calor. Su densidad es de 0,967.

Entre los cuerpos simples conocidos no metálicos el oxígeno y el cloro son los únicos que ejercen alguna accion sobre el óxido de carbono. Trataremos á continuacion de la que ejerce el cloro sobre este óxido, la del oxígeno no se verifica sino á la temperatura roja, ó bien bajo la influencia de la chispa eléctrica. La mezcla detona y da por producto ácido carbónico. El aire obra del mismo modo. Efectivamente al contacto del aire y por la accion de una bujía encendida el óxido de carbono se inflama, arde con una llama azul y se trasforma en ácido carbónico.

511. *Composicion.*—El óxido de carbono esta formado de

2 át. carbono..........	= 75,33	ó bien	42,96
1 át. oxigeno..........	=100,00		57,04
2 át. óxido de carbono.	=175,33		100,00

Es decir, que cada volúmen de óxido de carbono está formado de un volúmen de vapor de carbono y medio de oxígeno. Esto se demuestra fácilmente haciendo detonar un volúmen de óxido de carbono con otro de oxígeno en el eudiómetro de mercurio. En este caso se forma un volúmen de ácido carbónico y queda medio volúmen de oxígeno libre. Ha faltado, pues, añadir al óxido de carbono medio volúmen de oxigeno para ser ácido carbónico, y estando este formado de volúmenes iguales de oxígeno y de vapor de carbono queda para la composicion del óxido, medio volúmen de óxigeno y uno de vapor de carbono.

512. *Preparacion.*—Esta preparacion puede ejecutarse de muchas maneras, pero solo citaremos dos.

Se toman partes iguales de mármol en polvo bien seco y limadura de hierro bien secas tambien. Se mezclan é introducen en una retorta de arcilla provista de un tubo encorvado para recoger los gases (Lám. 3. fig. 1 y 3). La retorta se calienta hasta el grado rojo y se desprende una mezcla de óxido de carbono y de ácido carbónico que se recoge en el agua. El ácido carbónico se separa por medio de una disolucion de potasa y el óxido de carbono queda puro. En la retorta queda por resíduo uua mezcla de óxido de hierro y de cal. Este procedimiento está fundado en la descomposicion que hace esperimentar el hierro al ácido carbónico por una temperatura elevada; le hace pasar al estado de óxido de carbono pasando el mismo al de óxido.

Puede tambien obtenerse el óxido de carbono mezclando una parte de oxalato ácido de potasa, con veinte de ácido sulfúrico concentrado. Se introduce esta mezcla en un matraz provisto de un tubo para recoger el gas (Lám. 4, fig. 13), se calienta suavemente y á la temperatura de 80 ó 100°, la sal se disuelve en el ácido, y se desprende una gran cantidad de gas. Esta es una mezcla en volúmenes iguales de óxido de carbono y ácido carbónico. Se separa el ácido carbónico por la disolucion de potasa, y el óxido queda puro. Este procedimiento está fundado en la constitucion del ácido oxálico que está formado de oxígeno y carbono en proporciones intermedias entre el óxido de carbono y el ácido carbónico; no puede existir sino en combinacion con el agua ó las bases. De modo que poniendo un oxalato en contacto con un esceso de acido sulfúrico, una porcion de éste se apodera de la base, y la otra del agua que la precedente hubiera podido ceder al ácido oxálico naciente. En estas circunstancias este ácido no puede existir, y se trasforma en volúmenes iguales de óxido de carbono y de ácido carbónico.

Tambien suele obtenerse el óxido de carbono por medio de una mezcla de óxido de zinc y de carbon, pero por este medio jamás se obtiene el gas puro.

El óxido de carbono se forma algunas veces en la combustion del carbon, cuando la corriente de aire es demasiado débil relativamente al volúmen del carbon candente. Este es el que ocasiona la llama azul que se forma con frecuencia sobre la cúpula de los hornos de reberbero. Este fenómeno se concibe fácilmente teniendo presente que el ácido carbónico pasa al estado de óxido de carbono por el contacto del carbon á la temperatura roja.

Cloruros de óxido de carbono, ácido cloro-carbónico.

513. Este es un compuesto gaseoso descubierto por M. John Davy. Se produce fácilmente mezclando volúmenes iguales de cloro y de óxido de carbono secos, y colocando la mezcla por espacio de un cuarto de hora á la accion de los rayos solares. Los dos gases se combinan poco á poco, la mezcla se decolora, y abriendo sobre el mercurio el vaso que la contiene, el mercurio se precipita en su interior llenándole hasta la mitad á causa de la contraccion que han sufrido los dos gases al combinarse.

El cloruro de óxido de carbono está formado de

1 át. cloro....................	=221,32	ó bien	71,63
1 át. óxido de carbono......	= 87,66		28,37
1 át. ácido cloro-carbónico.	=308,98		100,00

Es decir, de un volúmén de cloro y un volúmen de óxido de carbono condensados en un solo volúmen.

Este compuesto es gaseoso, sin color, de un olor sofocante; escita las lágrimas, enrojece la tintura de tornasol y apaga los cuerpos en combustion sin ser inflamable. Su densidad es de 3,399.

Todos los cuerpos simples no metálicos parece no tienen accion sobre este gas. No estan en igual caso los metales. Poniéndole en contacto con el zinc, el estaño, el arsénico, el antimonio, etc., y auxiliados por el calor, estos metales se apoderan del cloro, y dejan el óxido de carbono en libertad. Los óxidos metálicos le descomponen tambien, pero entonces se forma ácido carbónico y cloruros metálicos.

El agua puesta en contacto con este gas le destruye rápidamente descomponiéndose ella misma. En esta reaccion se forma ácido carbónico y ácido hidro-clórico. Sin embargo este gas no esparce vapores en el aire como parece debia suceder segun esta reaccion. Los ácidos dilatados obran sobre éste á la manera del agua; igual accion ejercen las disoluciones alcalínas.

Hasta aqui nada hay que justifique el nombre dado á este compuesto, pero se une al amoniaco seco; cada volúmen de ácido absorve cuatro volúmenes de amoniaco, y resulta una sal neutra, blanca, volátil, muy picante y delincueseente. Tratando esta sal por los ácidos mas concentrados, produce ácido carbónico y ácido hidro-clórico, y el agua queda libre por la combinacion del amoniaco con estos ácidos.

Solo se conocen tres cuerpos que puedan disolver á este gas sin alterarle; estos son el alcohol que disuelve doce veces su volúmen, el cloruro de arsénico que absorve diez veces el suyo y el cloruro de azufre que absorve una cantidad que no se ha podido medir. Estas disoluciones tratadas por el agua dejan desprender mucha cantidad de gas sin descomponer.

Cuando se mezcla el gas cloro-carbónico, oxígeno é hidrógeno, y se hace pasar á la mezcla una chispa eléctrica, se produce una detonacion de la cual resulta ácido hidró-clórico y ácido carbónico.

Facil es advertir que el ácido cloro-carbónico corresponde al ácido carbónico. En efecto, en todas sus combinaciones 1 volúmen de cloro reemplaza á $\frac{1}{2}$ volúmen de oxígeno; esto es por lo tanto como si se hubiera trasformado el óxido de carbono en ácido reemplazando el medio volúmen de oxígeno que era necesario añadir por un volúmen de cloro. Pero el ácido cloro-carbónico es mas pesado que el ácido carbónico, porque satura cuatro veces mas amoniaco, y ademas descompone al carbonato de amoniaco desalojando al ácido carbónico.

Cloruros de carbono.

Se conocen tres de estos cloruros; dos han sido obtenidos por M. Faraday; el tercero no se ha podido todavia preparar directamente.

514. *Cloruro.*—Este es un líquido incoloro muy claro, su densidad es de 1,55 y su poder refringente de 1,487, hierve á los 71° c., y no se solidifica aun á los 18° bajo cero. El calor rojo apenas le altera. El agua, las disoluciones alcalínas y los ácidos no le disuelven, pero el alcohol, el éter y los aceites le disuelven en gran cantidad. El hidrógeno y el oxígeno le descomponen á una temperatura elevada; el primero forma ácido hidro-clórico y carbon, y el segundo ácido carbónico y cloro. Sin embargo, este cuerpo no es combustible, porque no arde sino mientras está puesto á la llama de una lámpara de alcohol, ó se halla espuesto á la influencia del hidrógeno, del alcohol y del oxígeno del aire. Asi su vapor detona cuando

estando mezclado con oxígeno é hidrógeno se hace pasar á la mezcla una chispa eléctrica, lo cual ofrece un escelente medio de analísis. De esta detonacion resulta ácido hidroclórico y ácido carbónico. Muchos metales ayudados del calor pueden tambien descomponer á este cloruro formándose cloruros metálicos y dejando el carbon en libertad. El cloro bajo la influencia solar le trasforma en sesqui-cloruro. El cloruro está formado de

1 át. cloro......	=221,32
1 át. carbono...	= 37,66
	258,98

El cloruro de carbono se obtiene descomponiendo por medio del calor rojo, el sesqui-cloruro de que vamos á ocuparnos. Para esto se hace pasar lentamente este cuerpo reducido á vapor, á un tubo de porcelana lleno de fragmentos de esta misma sustancia y enrojecido; el sesqui-carburo se descompone en gran parte, deja desprender cloro, y pasa al estado de cloruro que se recoge en un tubo refrigerante encorbado en cinco ó seis recodos. La mayor parte del cloruro se condensa en los dos primeros recodos, pero está mezclada con cloro y un poco de sesqui-cloruro. Para purificarle se tapa el tubo por una de sus estremidades, se hace hervir el proto-cloruro y el cloro se desprende. Cuando la atmósfera del tubo no presenta color, se cierra la otra estremidad, que se ha tenido cuidado de afilar á la lámpara antes de la operacion y se encuentra hecho el vacío en el aparato. Por medio de esta precaucion se puede destilar el cloruro de un recodo al otro, tantas cuantas veces se desee con el calor de la mano solamente. Por este medio se separa complètamente del ses-

qui-cloruro. Se reconoce que el cloruro está puro, cuando se evapora al aire libre sin dejar resíduo.

515. *Sesqui-cloruro.*—Este cuerpo es sólido, trasparente é incoloro, cristaliza en pequeños prismas ó en láminas. Su forma primitiva es un octaedro. Su densidad 2 poco mas ó menos: su poder refrigerante 1,576. Es muy friable, su olor se aproxima al del alcanfor, tiene un sabor poco sensible. Funde á 160° c. y hierve á 182°. El calor rojo le trasforma en cloro y en cloruro. El oxígeno, el hidrógeno, el agua, el alcohol, el éter, los aceites, los ácidos y los alcalís obran sobre él como sobre el cloruro. El cloro no le altera. El iodo por medio de un calor de 180° aproximadamente le trasforma en cloruro de iodo y en cloruro de carbono. El azufre y el fósforo obran del mismo modo.

Este cuerpo está formado de:

3 át. cloro......	=663,96
2 át. carbono...	= 75,33
	739,29

El sesqui-cloruro se obtiene esponiendo á la accion directa de los rayos solares una mezcla de 8 á 9 volúmenes de cloro para 1 de gas hidrógeno bicarbonado. Se forma por este medio ácido hidro-clórico y cloruro de carbono. Puede obtenerse mas fácilmente y en mayor cantidad haciendo pasar una corriente de cloro á un frasco que contenga agua, é hidro-carburo de cloro, esponiendo el aparato á los rayos del sol. Al instante aparecen cristales de sesqui-cloruro, mientras el agua se carga de ácido hidro-clórico. Cuando el cloro aparece sin efecto, se separa el agua ácida, se lava el sesqui-carburo, y despues de comprimirle bien entre dos papeles de filtro

se le sublima. Si se nota que este ácido se disuelve en el alcohol y se precipita por el agua alcalína.

516. *Semi-cloruro de carbono.*—Este se presenta en cristales blancos, plumosos ó en forma de pequeñas agujas. Hierve despues de fundido entre los 175 y 200° c. Se sublima lentamente sin fundirse hacia los 120° y cristaliza entonces en hermosas agujas. El calor rojo le descompone en carbono y cloro. El oxígeno ayudado del calor ó por una chispa eléctrica, le hace pasar al estado de cloro y de ácido carbónico. El fósforo, el hierro, el estaño y el potasio le descomponen; en este caso se produce carbon y cloruros de estos metales. El cloro no tiene accion sobre él. Por lo demas se asemeja á los precedentes en todos los caracteres restantes.

Este cuerpo esta formado de

2 át. carbono...=	75,33
1 át. cloro......=	221,32
	296,65

Este cloruro no se ha podido producir directamente. Está formado en una circunstancia bien singular que se observó por primera vez en la fábrica de ácido nítrico de M. Julin de Abo en Finlandia. En aquella fábrica se prepara el ácido nítrico descomponiendo el nitrato de potasa por el sulfato de hierro. El aparato es el mismo que hemos descrito (330). Cuando se emplea el sulfato de Fahlum que contiene todavia un poco de pirita, se sublima el azufre y se detienen en el primer tubo del aparato de Woulf, y ademas el semi-cloruro de carbono que viene á condensarse al segundo tubo del mismo aparato. Por lo demas, la cantidad es tan pequeña que apenas asciende á unos cuantos granos en cada operacion.

Sulfuros de carbono.

Parece que existen dos sulfuros de carbono, el uno muy conocido, que es el sulfuro simple, y el otro que apenas se conoce es un persulfuro que no ha sido analizado.

517. *Persulfuro.*—Este compuesto es liquido, oleaginoso, amarillento, mas pesado que el agua, trasparente ú opalescente. Sometiéndole á la accion del calor se descompone en azufre, que queda en forma cristalina, y en sulfuro simple, que se volatiliza. El alcohol y el éter precipitan tambien el azufre. Es muy posible que este cuerpo no sea otra cosa que una simple disolucion de azufre en el sulfuro.

518. *Sulfuro.*—El sulfuro de carbono es un cuerpo muy notable. Es líquido, sin color, de una fluidez comparable á la del éter sulfúrico. Su densidad es de 1,263; hierve bajo la presion ordinaria á 45° c., su tension es tambien muy grande por lo tanto. Esta es, en efecto, igual á 0,m 3184 de mercurio (13,3728 pulgadas) á 22°,5. La densidad de su vapor, segun M. Gay-Lussac, es de 2,67. El olor fétido de este cuerpo, bastante parecido al de las coles podridas, es muy notable y característico.

El sulfuro de carbono no se descompone por el calor. Su vapor mezclado con el oxígeno ó el aire, se inflama produciendo una fuerte detonacion, y resulta ácido carbónico y ácido sulfuroso. Como su tension es tan grande basta ponerle en un vaso al aire libre, y aproximar á él una bujía encendida para que se inflame. Entonces arde tranquilamente, produciendo mucho ácido sulfuroso y ácido carbónico: en general queda un pequeño resíduo de azufre.

El agua no tiene accion sobre el sulfuro de carbono, no

disuelve á lo mas sino cantidades muy pequeñas ; sin embargo , se impregna de su olor y lo conserva mucho tiempo. El alcohol, el éter y los aceites le disuelven en gran cantidad.

El sulfuro de carbono está formado de

1 át. azufre	=201,16	ó bien	84,23
1 át. carbono	= 37,66		15,77
1 át. sulfuro de carbono	=238,82		100,00

519. El sulfuro de carbono se obtiene por dos procedimientos diferentes, pero que tienen ambos por objeto el poner el azufre en vapor en contacto con el carbon á la temperatura roja.

El primero consiste en introducir en una retorta de arcilla una mezcla de persulfuro de hierro pulverizado, y de carbon igualmente reducido á polvo. Se adapta á la retorta una alargadera de vidrio , y á esta un balon tubulado , del cual parte un tubo que va á parar á un frasco lleno de agua. Se calienta poco á poco la retorta hasta enrojecerla, y á medida que el azufre se separa del persulfuro de hierro , se combina en gran parte con el carbon , y origina el sulfuro de carbono que se desprende en vapores con el esceso de azufre. Este último se condensa en la alargadera en tanto que el sulfuro pasa al balon ó á los frascos que se hallan rodeados de agua fria.

Tambien se obtiene muchas veces el sulfuro de carbono por un procedimiento mas dificil tal vez. El aparato se compone de un tubo de porcelana que se coloca en un horno de reverbero, dándole un poco de inclinacion. A su estremidad inferior se adapta una alargadera encorvada, que se introduce en un frasco lleno de agua hasta las dos terceras partes de su capacidad. Este frasco está provisto de un tubo recto para

el desprendimiento del gas, se llena el tubo de porcelana de carbon calcinado, se calienta hasta el grado rojo, y en seguida se introducen algunos fragmentos de azufre por la estremidad opuesta de la alargadera, y se tapa esta abertura con un buen tapon de corcho. El azufre se funde al momento, se volatiliza y pasa en vapores al través del carbon enrojecido. Una porcion de este azufre se escapa á la combinacion, y se condensa en la alargadera, la otra forma un sulfuro de carbono que viene á condensarse al frasco, teniendo el cuidado de mantener siempre este bien frio. Al cabo de algunos instantes se destapa el tubo, se introducen de nuevo algunos fragmentos de azufre, y se reproduce el desprendimiento. De esta suerte se continúa durante diez ó doce horas, si se quiere obtener una cantidad regular de sulfuro de carbono.

En ambos procedimientos se desprende hidrógeno carbonado y ácido hidro-sulfúrico, que provienen del hidrógeno que contienen el azufre y el carbon empleados; ácido sulfuroso, ácido carbónico, óxidos de carbono y de azoe, procedentes del aire de los vasos. Estos últimos gases estan en cantidad mucho mas considerable en el segundo caso que en el primero, porqué á cada vez que se abre el aparato para introducir el azufre, el aire se precipita dentro del tubo.

Como en estos dos esperimentos se desprende el azufre en el estado de libertad, el sulfuro obtenido desde luego está en el estado de persulfuro. Este se separa del agua por decantacion, se introduce en una retorta y se destila. El esceso de azufre queda en la retorta. Para asegurarse bien de su pureza conviene destilarle dos ó tres veces.

Segun M. Zeise, cuando se trata el sulfuro de carbono disuelto en el alcohol por una disolucion alcohólica de potasa, se forman nuevas sales, y se producen tambien unas combi-

naciones particulares cuando se sustituye el amoniaco á la potasa. (An. de quím. y de fís. t. XXI, p. 160, y t. XXVI, p. 66.) Segun estas observaciones parece que el sulfuro de carbono, ó al menos uno de los sulfuros de carbono, puede combinarse con el hidrógeno para formar un hidrácido, al cual M. Zeise da el nombre de ácido hidro-sántico, llamando santígeno al compuesto de azufre y carbono de que hace parte, por analogía con el cianógeno. El santígeno forma en efecto, dos combinaciones de color amarillo con muchos metales; estos son unos santuros análogos á los cianuros.

Nos contentaremos con indicar estos compuestos; no han sido analizados lo suficiente, y deben por lo tanto someterse á un nuevo exámen para aclarar la teoría de su formacion y de las reacciones que de ellos se originan.

Cianógeno ó azoturo de carbono.

520. El descubrimiento del cianógeno hizo época en la historia de la química moderna; fué debido á M. Gay-Lussac, que hizo conocer á la vez este cuerpo y sus propiedades estraordinarias de una manera tan completa, que logró la conviccion de los químicos mas opuestos á la teoría de los hidrácidos, que se hallaba á la sazon algo dudosa.

El cianógeno es tal vez el compuesto mas instructivo que la química ha hecho conocer. No puede dudarse que es un cuerpo compuesto, como lo demuestran algunos procedimientos sencillos que manifiestan la presencia del azoe, asi como la del carbono; y sin embargo, en la mayor parte de sus reacciones juega el papel de un cuerpo simple. En todos los casos en que no se altera su composicion elemental, se conduce como el cloro, el bromo y el iodo. Juega tambien su mismo

papel qne autoriza verdaderamente las dudas que existen sobre la simplicidad de estos cuerpos , y aun hace esperar que algun dia serán reducidos tal vez á unos elementos análogos á los del mismo cianógeno.

La probabilidad de estas ideas se confirmará cada vez mas comparando con los compuestos de cloro, de bromo y de iodo los compuestos analógos de cianógeno, cuya historia debe esponerse detenidamente tanto por este motivo, cuanto por lo interesante del azul de Prusia en las artes, no siendo este cuerpo sino un cianuro de hierro.

521. *Propiedades.*—El cianógeno es gaseoso. Por la compresion y el enfriamiento puede trasformarse en líquido y y aun en sólido. Su olor que no es posible definir, es estremadamente vivo y penetrante, su disolucion en el agua tiene un sabor muy picante, es inflamable, arde con una llama purpúrea, su densidad es igual á 1,8064.

El cianógeno resiste á una temperatura muy alta sin esperimentar descomposicion; el agua á la temperatura de 20° disuelve cuatro veces y media su volúmen; el alcohol puro disuelve veinte y tres volúmenes iguales al suyo; el éter sulfúrico y la esencia de trementina disuelven cuando menos tanta cantidad como el agua.

La tintura del tornasol se enrojece por el cianógeno. Calentando la disolucion se desprende el gas mezclado con un poco de ácido carbónico, y el color azul del tornasol vuelve á presentarse de nuevo. El ácido carbónico proviene sin duda de la descomposicion de una pequeña porcion de cianógeno por el agua.

El cianógeno puede mezclarse con el oxígeno á la temperatura ordinaria sin esperimentar alteracion; no sucede lo mismo si se eleva á la temperatura hasta el grado rojo, ó si se ha-

ce pasar al través de la mezcla una chispa eléctrica. Entonces se produce una fuerte detonacion; el azoe queda en libertad, y se obtiene ácido carbónico. Poniendo el cianógeno en relacion á la vez con el oxígeno naciente y una base salificable, el oxígeno y el cianógeno se unen, y originan el ácido ciánico.

El hidrógeno y el cianógeno no tiene tampoco accion uno sobre otro sino al estado naciente, y en este caso se forma ácido hidro-clórico.

El cloro y el cianógeno secos no tiene accion uno sobre otro; cuando estan húmedos y bajo la inflencia solar reaccionan al fin despues de algun tiempo. Entonces suministran un líquido amarillo y un producto sólido blanco, los cuales no han sido estudiados todavia. Cuando el cianógeno está en el estado naciente puede combinarse con el cloro, y produce cloruro de cianógeno; de esta suerte obran tambien el bromo y el iodo al menos con el cianógeno naciente.

El azufre no tiene accion sobre el cianógeno gaseoso, pero se une á este cuerpo cuando está combinado con los metales, y produce tambien sulfuro de cianógeno; en igual caso se halla el selenio.

El fósforo, el azoe, el carbono, el boro y el silicio parece no tiene accion sobre el cianógeno , ni en frio, ni por el intermedio del calor.

Entre los compuestos que hemos examinado son pocos los que han estado puestos en relacion con el cianógeno.

El cianógeno y el gas hidro-sulfúrico se combinan aunque muy lentamente; resulta de su combinacion una sustancia amarilla en agujas muy finas entrelazadas que se disuelven en el agua, y la disolucion no produce precipitado en el nitrato de plomo, ni color azul con las sales de hierro; este es un

compuesto de un volúmen de cianógeno y uno y medio de gas hidro-sulfúrico.

El gas amoniacal y el cianógeno obran uno sobre otro desde el instante en que se forma su mezcla, pero es necesario muchas horas para completar el efecto. Se percibe desde luego un vapor blanco espeso que desaparece prontamente; la diminucion de volúmen es considerable, y las paredes del tubo de vidrio donde se hace la mezcla se hacen opacas cubriéndose de una materia sólida de un color moreno. La combinacion se efectúa entre un volúmen de cianógeno y uno y medio de amoniaco.

Esta combinacion comunica al agua un color de naranja subido, pero no se disuelve en este líquido sino en muy pequeña cantidad; y este licor no produce absolutamente color azul con las sales de hierro.

Con los metales sobre todo, suministra el cianógeno los productos mas dignos de atencion. Mas adelante nos ocuparemos de los cianuros metálicos, cuyos compuestos son de todo punto semejantes á los cloruros. El cianógeno se forma realmente las mas veces bajo la influencia de los metales, como observaremos al estudiar el cianuro de potasio. (*Vease potasio.*) Parece que el azoe y el carbono tienen demasiada poca tendencia á unirse, para que el cianógeno pueda formarse sin el auxilio de una afinidad adicional.

522. *Composicion.*—Cuando se hace detonar sobre el mercurio un volúmen de cianógeno con dos y medio de oxígeno se producen dos volúmenes de ácido carbónico. Despues de haber separado este ácido por la potasa queda volúmen y medio de un gas que el fósforo absorve medio volúmen; este gas es el oxígeno en esceso. En fin, el nuevo resíduo no es otra cosa que un volúmen de azoe. El cianógeno está, pues, formado

de dos volúmenes de vapor de carbono y un volúmen de azoe condensados en un solo volúmen, ó bien de

2 át. carbono.....=	75,33	ó bien	45,98
1 át. azoe.........=	88,52		54,02
1 át. cianógeno...=	163,85		100,00

523. *Preparacion.*—El cianógeno se obtiene comunmente por medio del cianuro de mercurio, que bajo la influencia del calor, se trasforma en mercurio y en cianógeno. El cianuro de mercurio neutro y perfectamente seco no produce sino cianógeno; pero si está humedo, da ácido carbónico, amoniaco y mucho vapor hidro-ciánico.

Esponiendo al calor el cianuro de mercurio en una pequeña retorta de vidrio, ó en un tubo cerrado por una de sus estremidades, al momento empieza á ennegrecerse, se funde como las materias animales, y el cianógeno se desprende en abundancia.

Este gas está puro, mientras el calor no es muy elevado: pero si este se hace subir hasta el punto en que se funde el vidrio, se desprenderá un poco de azoe. El mercurio se volatiliza y queda por resíduo un carbon de color de ollin, tan ligero como el negro de humo.

A este procedimiento, que es el que empleó M. Gay-Lussac, es necesario añadir el que ha hecho conocer M. Dœbereiner. Cuando se mezcla oxalato de amoniaco seco con veinte ó treinta veces su peso de ácido sulfúrico bien concentrado, y se calienta con suavidad, se desprende el cianógeno. Esto indica que la composicion del oxalato de amoniaco puede representarse por agua y cianógeno, y que el ácido sulfúrico determina la formacion del agua y por consecuencia la del

cianógeno; pero el gas preparado de esta suerte, parece que contiene siempre ácido carbónico y óxido de carbono que no se le puede separar de él.

Acido hidro-ciánico.

524. *Propiedades.*—Este es un líquido incoloro, muy odorífico, de un sabor desde luego fresco, y en seguida abrasador; es tal vez el *mas enérgico* de todos los venenos conocidos. Una sola gota introducida en la boca de un perro basta para darle la muerte al cabo de algunos segundos. Inyectando la misma cantidad en las venas del animal cae muerto con tanta prontitud como caeria *por un rayo ó por una bala de cañon.* Cuando se respiran sus vapores aun en muy pequeñas dósis, la lengua, la garganta y aun el pulmon son afectados de una especie de paralísis superficial y repentina que no se disipa sino al cabo de algunas horas. Las superficies tocadas por el vapor parecen desprovistas de sensiblidad, y hacen en algun modo el mismo efecto que un cuerpo estraño con respecto á las partes contiguas. El amoniaco destruye casi repentinamente el efecto del ácido hidro-ciánico, pero es necesario por decirlo asi que la aplicacion del remedio suceda instantáneamente á la del envenenamiento.

Su densidad á 7°, es de 0,7058 y á 18° no es sino de 0,6969; hierve á 26°,5, y se congela al rededor de 15° bajo cero. En este caso cristaliza regularmente y afecta algunas veces la forma fibrosa del nitrato de amoniaco. El frio que produce al reducirse á vapor, aun en un aire cuya temperatura sea de 20°, es suficiente para congelarle como puede observarse fácilmente poniendo una gota de ácido en el estremo de una tira de papel ó de un tubo de vidrio. Enrojece dé-

bilmente el papel azul del tornasol; pero el color rojo que produce se disipa á medida que el ácido se evapora. La densidad de su vapor comparada con la del aire, es de 0,9476.

Este ácido aun al abrigo del contacto del aire se descompone algunas veces en menos de una hora; sin embargo, en algunas circunstancias puede guardarse ocho ó quince dias sin alteracion. Cuando se altera empieza por tomar un color de un pardo rojizo que va subiendo mas y mas, y bien pronto deja una masa carbonosa considerable que colora con mucha fuerza el agua y los ácidos, y que exhala un olor vivo de amoniaco. Si el frasco que contiene al ácido no cierra herméticamente, no queda al fin sino una masa carbonosa seca que ya no tiene la propiedad de colorar el agua.

El ácido hidro-ciánico al descomponerse origina el amoniaco que queda combinado con una porcion de ácido en el estado de hidro-cianato, y una materia carbonosa necesariamente azoadada, porque no se desprende azoe. En efecto, estando el amoniaco formado de tres volúmenes de hidrógeno y uno de azoe, y conteniendo el ácido hidro-ciánico á estos dos elementos en partes iguales, los dos tercios del azoe deben quedar unidos al carbon, y formar por consecuencia un azoturo de carbono.

El ácido hidro-ciánico se descompone por la pila en cianógeno é hidrógeno; igual efecto produce el calor rojo aunque de un modo mas imperfecto. El carbono se deposita, y el azoe y el hidrógeno se desprenden acompañados de la mayor parte del ácido empleado.

El vapor de este ácido mezclado con el oxígeno, ó el aire constituye una mezcla detonante bajo la influencia del calor rojo ó la chispa eléctrica. De esta descomposicion resulta agua ácido carbónico, y el azoe queda en libertad. Asi el ácido hi-

dro-ciánico espuesto al aire se inflama por el contacto de un cuerpo en combustion.

El hidrógeno, el fósforo, el iodo, el azoe, el boro, el silicio y el carbono no tienen accion sobre él.

El cloro le hace pasar al estado de cloruro de cianógeno y de ácido hidro-clórico. Es probable que el bromo se halle en el mismo caso. El azufre volatilizado en su vapor se absorve muy bien, forma un compuesto sólido probablemente semejante al que resulta de la union del cianógeno con el ácido hidro-sulfúrico.

El agua y el alcohol le disuelven en todas proporciones.

Obra sobre los metales y los óxidos metálicos á la manera del ácido hidro-clórico en la mayor parte de los casos.

525. *Composicion.*—La composicion de este cuerpo es muy sencilla, porque está formado de

1 át. cianógeno............	=163,85	ó bien	96,34
1 át. hidrógeno............	= 6,24		3,66
2 át. ácido hidro-ciánico...	=170,09		100,00

O tambien de

2 át. carbono...............	= 75,33	ó bien	44,27
1 át. azoe..................	= 88,52		52,07
1 át. hidrógeno............	= 6,24		3,66
2 át. ácido hidro-ciánico...	=170,09		100,00

Esto se demuestra fácilmente analizándole por el óxido de cobre á la manera de las sustancias animales. La condensa-

cion de sus elementos se deduce de la densidad de su vapor.

526. *Preparacion.*—Este ácido puede obtenerse perfectamente puro, descomponiendo el cianuro de mercurio por el ácido hidro-clórico. El aparato que se emplea está formado de una retorta tubulada, destinada á recibir la mezcla; á su orificio se adapta un tubo horizontal de unos seis decímetros de longitud (25,998 pulgadas) y un centímetro y medio de diámetro (7,74 líneas) por el interior. El primer tercio del tubo por el lado de la retorta, está lleno de pequeños pedazos de mármol blanco, para retener al ácido hidro-clórico que pudiera desprenderse, lo cual debe siempre tratarse de evitar, porque el ácido carbónico del marmol, mezclándose con el vapor de ácido hidro-ciánico impedirá su condensacion. Los otros dos tercios del tubo contienen cloruro de calcio fundido en pequeños pedazos igualmente, á fin de condensar el agua que pueda estar mezclada con el vapor hidro-ciánico. A la estremidad de este tubo encorbado de un modo conveniente, está adoptado el pequeño recipiente destinado á recoger el ácido. Es necesario rodearle de una mezcla refrigerante ó cuando menos de hielo para que se escape lo menos posible á la condensacion. El ácido se deposita comunmente en la primera porcion del tubo sobre el marmol; pero basta un calor moderado para hacerle recorrer toda la longitud del tubo sucesivamente, y para hacerle pasar al recipiente. Debe emplearse el ácido hidro-clórico en cantidad inferior á la que seria necesaria para descomponer todo el cianuro. El resíduo se reserva para obtener el ácido hidro-ciánico dilatado en agua. Por consecuencia las dósis que se emplean ordinariamente son tres de cianuro mercurio y dos de ácido hidro-clórico ordinario concentrado.

En esta operacion se forma siempre hidro-clorato de clo-

ruro de mercurio, y el hidrógeno de una porcion del ácido, se une al cianógeno para formar el ácido hidro-ciánico.

M. Vauquelin ha propuesto el empleo de un procedimiento diferente. Este consiste en descomponer el cianuro de plomo por el ácido hidro-sulfúrico gaseoso; se forma por esta reaccion sulfuro de plomo y ácido hidro-ciánico. El aparato se compone de un tubo horizontal, que se encorba en una de sus estremidades para comunicar con el recipiente refrigerante como de ordinario. A la otra estremidad se adapta un tubo que conduce al ácido hidro-sulfúrico bien seco, en el tubo horizontal se coloca el cianuro de mercurio seco y pulverizado, á continuacion carbonato de plomo seco igualmente, para absorver todo el ácido hidro-sulfúrico que pueda escapar á la accion del cianuro de mercurio. En fin, cloruro de cálcio fundido para retener el agua que el ácido pueda contener. Se hace desprender el ácido hidro-sulfúrico con mucha lentitud y se calienta suavemente el tubo en toda su longitud.

527. *Estado natural.* El ácido hidro-ciánico existe á lo que parece, pero en un estado de combinacion mal conocido en las hojas del laurel real *(prunus lauro cerasus)*, en las almendras amargas, en las almendras de las guindas negras *(prunus avium)*, en las ojas, las flores, y las almendras del albaricoque, y en algunos otros vegetales análogos á los que acabamos de citar. Al ocuparnos de los *aceites esenciales* volveremos á tratar de esta cuestion.

Acido ciánico.

528. Este ácido notable descubierto por M. Wohler, está formado de

2 át. cianógeno.	4 át. carbono.......=150,66	ó bien	35,29
	2 át. azoe...........=177,04		41,18
	1 át. oxígeno.......=100,00		23,53
	1 át. ácido ciánico.=427,70		100,00

M. Wohler no lo ha podido obtener aislado; las sales que forma son sin embargo bastante estables; pero cuando se trata por un ácido poderoso para desprender el ácido ciánico, este obra sobre el agua y se trasforma en amoniaco y ácido carbónico con tal energía que se creeria verdaderamente haber obrado sobre un carbonato, si se atendiera solamente á las apariencias. No es tal vez enteramente imposible el llegar á separar el ácido ciánico, porque M. Wohler ha notado que los cianatos tratados por el ácido sulfúrico exhalan un olor de vinagre, que parece debido á una porcion de ácido sin descomponer. Su accion sobre el agua es completa y sencilla como puede verse por la tabla siguiente:

Productos empleados.

1 át. ácido ciánico.....	4 át. carbono. 2 át. azoe. 1 át. oxígeno.
6 át. agua..............	6 át. hidrógeno. 3 át. oxígeno.
4 át. ácido carbónico..	4 át. carbono. 4 át. oxígeno.
4 át. amoniaco.........	6 át. hidrógeno. 2 át. azoe.

El ácido ciánico se produce en diversas circunstancias: 1.°, cuando se hace pasar cianógeno á una disolucion alcalí-

na. En este caso se obtiene un cianuro y un cianato de la base empleada; se forman ademas diversos productos accidentales, que provienen de la destruccion del cianuro y de la del mismo cianato, lo que hace mas complicados los resultados. Se advierte entre estos productos carbon azoado que colora el líquido y las sales en moreno, y carbonatos, bien sean de la base, bien del amoniaco. El carbono azoado proviene de la alteracion del cianuro; el ácido carbónico y el amoniaco de la del cianato.

El ácido ciánico se produce todavia mejor cuando se calienta hasta el grado rojo oscuro una mezcla en partes iguales de cianuro de potasio y de hierro anhidro, y de peróxido de manganeso, ambos reducidos á polvo muy fino, y tratando la masa despues de fria por el alcohol á 86° del areómetro de Gay-Lussac. Se hace hervir el líquido, se filtra, y por el enfriamiento se deposita cianato de potasa en escamas blancas cristalinas.

El ácido ciánico parece que se forma tambien cuando se tratan por las disoluciones alcalínas, el cloruro, el bromuro y el ioduro de cianógeno.

Acido fulmínico.

529. Los señores Gay-Lussac y Liebig han designado bajo este nombre un compuesto muy notable, fulminante en alto grado, y en el cual han hallado

2 át. cianógeno.
1 át. oxígeno.

Es decir, precisamente de cianógeno y de oxígeno en las proporciones necesarias para constituir el ácido ciánico. Po-

dria por lo tanto considerarse al ácido fulmínico como idéntico al ácido ciánico ; y en efecto , el cianato de plata neutro y el fulminato de plata neutro tambien , tienen precisamente la misma composicion ; pero si este nuevo ácido ciánico tiene la misma composicion y la misma capacidad de saturacion que el precedente , difiere por otra parte en todas las demas propiedades , como puede juzgarse por las sales que forman uno y otro, porque no se han podido obtener aislados.

Vamos á compararlos para hacer resultar las diferencias, recordando de nuevo que los fulminantes corresponden á los cianatos , los bi-fulminatos á los bi-cianatos , el ácido fulmínico al ácido ciánico, y que bajo estos nombres diferentes se designan unos cuerpos estrictamente iguales en cuanto á sus proporciones.

El fulminato de plata , el de mercurio , el de zinc y probablemente todos los demas, son muy fulminantes por el choque ó el calor ; la misma propiedad tienen los fulminatos dobles de un alcalí y de uno de los óxidos precedentes. El fulminato de mercurio, conocido con el nombre de *mercurio fulminante*, se emplea para hacer las cápsulas ó cebos fulminantes que se emplean en las armas de fuego , y que se inflaman por la percusion.

Los cianatos no son fulminantes.

Los fulminatos de base insoluble, tratados por los alcalís, no pierden sino la mitad de su base y forman fulminatos dobles. En las mismas circunstancias la descomposicion de los cianatos es completa.

El fulminato de plata tratado por el ácido sulfúrico ú oxálico, da ácido hidro-ciánico y amoniaco; los cianatos producen ácido carbónico y amoniaco.

El fulminato de plata, tratado por los ácidos hidro-clórico

è hidro-iódico da mucho ácido hidro-ciánico, y ademas un compuesto ácido que parece contiene cianógeno, cloro y iodo.

Este compuesto en uno ú otro caso tiene la propiedad de enrojecer la disolucion de peróxido de hierro. El ácido hidro-sulfúrico descompone tambien á este fulminato con produccion de un nuevo ácido que enrojece las sales de peróxido de hierro, y contiene azufre y cianógeno; pero durante la reaccion no se desprende ácido hidro-ciánico.

Nada tiene en esta parte de semejante con los cianatos, por lo menos el ácido hidro-clórico obra sobre ellos como el ácido hidro-sulfúrico.

Calentando el fulminato de plata mezclado con el sulfato de potasa para prevenir la detonacion, produce ácido carbónico, azoe y sub-cianuro de plata, que es muy estable y que se destruye con dificultad por el calor.

Calentando el cianato se reduce tranquilamente y se trasforma en plata metálica, carbon, ácido carbónico y azoe.

Estos detalles bastan para demostrar que no existe nada de comun entre estos dos ácidos, esceptuando la composicion. Es necesario admitir por lo tanto, que ambos estan formados de los mismos elementos y en las mismas proporciones, pero que son dos compuestos realmente distintos, sin duda porque sus moléculas no estan en el mismo estado de condensacion ó de disposicion relativa.

Como no se puede obtener el ácido fulmínico y la preparacion de los fulminatos, exije ser examinado con detencion, dejaremos su descripcion para mas adelante. (*Plata*, *mercurio*).

Existe un ácido que M. Liebig distingue con el nombre de *carbozótico*, y no contiene sino carbono, oxígeno y azoe; pero el azoe y el carbono no estan en las relaciones conve-

nientes para constituir el cianógeno. Por esta razon, seria mejor colocar este cuepo en la química orgánica.

Cloruro de cianógeno.

530. Las primeras investigaciones sobre este cuerpo son debidas á M. Berthollet; pero á los señores Gay-Lussac y Serullas se debe el conocimiento de sus principales propiedades.

El cloruro de cianógeno es gaseoso á la temperatura ordinaria; es incoloro, de un olor insoportable: escita las lágrimas y produce un dolor agudo cuando se pone en contacto con la piel, y esta se halla ligeramente rozada ó encentada. Es muy venenoso aun estando en disolucion en el agua. Un grano ó dos bastan en este estado para dar la muerte á un conejo. La densidad de este gas es igual á 2,116, segun las proporciones de sus elementos.

A 18° bajo cero se solidifica este cloruro, y entonces cristaliza en agujas muy largas trasparentes. Se trasforma en líquido á 12 ó 15° bajo cero, y vuelve á tomar su forma gaseosa á pocos grados sobre esta temperatura. Se liquida igualmente bajo una presion de 4 atmósferas á la temperatura de 20° c. sobre cero.

El cloruro de cianógeno no altera el color del tornasol, bien esté seco, bien húmedo. El agua disuelve veinte veces su volúmen de este cloruro, y el alcohol cien veces, sin que se produzca alteracion aparente, aun al cabo de un tiempo bastante prolongado. Se separa de su disolucion acuosa por medio de la ebullicion, lo que facilita un medio bastante sencillo para aislar esta sustancia de algunas otras que se producen con ella. Esta ebullicion hace pasar siempre algunas

porciones al estado de ácido carbónico, de ácido hidro-clórico y de amoniaco.

La potasa trasforma el cloruro de cianógeno en cloruro de potasio y en cianato de potasa. Asi, cuando se trata este cloruro por una disolucion concentrada de potasa, y en seguida por un ácido, se desprende repentinamente el ácido carbónico. (Véase ácido ciánico). Esta propiedad notable que fija las relaciones del cloro y del cianógeno en este compuesto, se vuelve á encontrar en los cuerpos que vamos á estudiar.

El cloruro de cianógeno está formado de

1 át. cloro	=221,32	ó bien	57,46
1 át. cianógeno	=163,85		42,54
2 át. cloruro de cianógeno.	=385,17		100,00

es decir, de un volúmen de cloro y un volúmen de cianógeno sin condensacion.

531. El cloruro de cianógeno se obtiene por diversos procedimientos, ó mas bien se forma en algunas circunstancias necesarias de conocer.

M. Berthollet habia reconocido su produccion en las mezclas de cloro y de ácido hidro-ciánico dilatado en agua. De esta manera puede obtenerse con bastante facilidad. Se hace pasar una corriente de cloro por una disolucion dilatada de ácido hidro-ciánico en el agua, hasta que el cloro esté en esceso. Se agita el líquido con el mercurio para absorver el esceso de cloro, y se destila á un calor moderado haciendo pasar los productos al través de un tubo lleno de cloruro de calcio. A la entrada del tubo pueden colocarse algunos frag-

mentos de creta para absorver al ácido hidro-clórico que pudiera desprenderse. Por este medio se retiene el ácido hidro-clórico y el vapor de agua; queda solo una mezcla de ácido carbónico y de cloruro de cianógeno, que se hace pasar al través de un tubo en forma de U, cuya temperatura esté á veinte grados bajo cero. El cloruro de cianógeno se solidifica en la curvatura, y el ácido carbónico se desprende. El tubo encorvado se separa del aparato, se tapa por un estremo, y en el otro se adapta un tubo á propósito para recoger los gases, se quita la mezcla refrigerante, y poco á poco el cloruro de cianógeno vuelve á tomar su estado gaseoso, y puede recogerse sobre el mercurio.

Las reacciones que pasan en este tratamiento serian fáciles de concebir si el cloro se limitara á trasformar el ácido hidro-ciánico en ácido hidro-clórico y en cloruro de cianógeno. Pero ayudado del calor, y tal vez bajo la influencia del ácido hidro-clórico, el cloruro de cianógeno se trasforma en parte por la descomposicion del agua, en ácido carbónico que se desprende, y en hidro-clorato de amoniaco que permanece en la disolucion. Puede estudiarse esta reaccion en la tabla siguiente, donde se ven los productos empleados en el sentido vertical, y los productos obtenidos en el sentido horizontal.

	2 át. cloruro de cianógeno.	4 át. agua.
2 át. ácido hidro-clórico.=	1 át. cloro.....+	1 át. hidrógeno.
2 át. amoniaco..........=	1 át. azoe......+	3 át. hidrógeno.
2 át. ácido carbónico...=	2 át. carbono..+	2 át. oxígeno

La cantidad de cloruro de cianógeno descompuesta de este modo es considerable; puede evaluarse en un tercio del que contenia la disolucion.

Puede tambien prepararse el cloruro de cianógeno por otro procedimiento descubierto por M. Serullas. Se toman cinco ó seis gramas (de 100 á 120 granos) de cianuro de mercurio pulverizado, se introducen en un frasco cuya capacidad sea de un litro poco mas ó menos (unos dos cuartillos) y que esté lleno de cloro puro; se añade la cantidad de agua suficiente para que el cianuro forme una masilla líquida; se tapa el frasco, y la mezcla se abandona por espacio de diez ó doce horas en la oscuridad, se decolora enteramente y se trasforma en bi-cloruro de mercurio y en cloruro de cianógeno. Como ha sido preciso emplear el cianuro de mercurio en gran esceso, no queda ninguna cantidad de cloro en libertad; pero el frasco puede contener aire, y ademas ácido hidroclórico y cianógeno, de resultas de algunas reacciones accidentales. Para purgarle de estas materias se introduce el frasco en una mezcla frigorífica que marque 20° bajo cero. El cloruro de cianógeno cristaliza sobre sus paredes; se llena en seguida de mercurio que se halle tambien á la temperatura de 20° bajo cero, y se espulsan por este medio los gases estraños. En fin, se adapta al frasco un tubo encorvado, se le separa de la mezcla refrigerante, se calienta paseando á su alrededor un carbon encendido, y el cloruro de cianógeno vuelve á tomar poco á poco su estado gaseoso, y puede recogerse sobre el mercurio.

Bromuro de cianógeno.

532. El bromuro de cianógeno descubierto por M. Serullas, es sólido, muy volátil, (porque se evapora á 15° c.) cristaliza en cubos ó en largas agujas. Es incoloro, trasparente, su olor es picante, muy penetrante y causa mucha incomo-

didad; es soluble en el agua y en el alcohol. Es un cuerpo muy venenoso; una sola gota basta para matar un conejo. Tratándole por una disolucion concentrada de potasa, se trasforma en bromuro de potasio y en cianato de potasa.

El bromuro de cianógeno se obtiene haciendo llegar el bromo sobre el cianuro de mercurio pulverizado. La accion se produce inmediatamente con desprendimiento de calor. Para no perder nada es necesario poner una parte del bromo en una ampolla de vidrio, introducir esta en el fondo de un tubo cerrado, añadir por encima un poco de vidrio molido y dos partes de cianuro de mercurio. La otra estremidad del tubo se encorba ó comunica con un tubo encorbado que se introduce en un frasco que se halla rodeado de una mezcla frigorífica: se calienta ligeramente la ampolla para hacer pasar el bromo sobre el cianuro, y el esperimento se termina por sí mismo. El bromuro de cianógeno se condensa enteramente en el frasco. Los productos de esta operacion son bromuro de mercurio y bromuro de cianógeno.

Ioduro de cianógeno.

533. Este cuerpo ha sido igualmente descubierto por M. Serullas. Es sólido, volátil, cristaliza en agujas largas incoloras y trasparentes. Por una condensacion demasiado rápida, se deposita su vapor en copos nevosos; su olor es muy picante; irrita vivamente los ojos; tiene un sabor caústico, pero sin embargo no parece este cuerpo muy venenoso. Calentándole hasta el grado rojo al contacto del aire, se trasforma en iodo, azoe y ácido carbónico.

Se disuelve en el agua y mejor todavia en el alcohol. Sus disoluciones no son ácidas ni alcalinas; la potasa líquida y

concentrada le descompone, y se forma ioduro de potasio y cianato de potasa.

El ácido nítrico no tiene accion sobre él; el ácido sulfúrico concentrado le altera estando mucho tiempo en contacto, toma un color rosado y precipita el iodo. El ácido hidro-clórico le trasforma en iodo y en ácido hidro-ciánico. El ácido sulfuroso disuelto en agua le hace esperimentar la misma alteracion repentinamente. El cloro seco no tiene accion sobre el ioduro de cianógeno.

Este cuerpo está formado de

1 át. iodo	=783,35 ó bien	82,71
1 át. cianógeno	=163,85	17,29
1 át. ioduro de cianógeno.	=947,20	100,00

El ioduro de cianógeno se obtiene mezclando dos partes de cianuro de mercurio y una parte de iodo, ambos un poco húmedos. La mezcla se introduce en una retorta que se calienta con suavidad despues de haber adaptado su cuello al de una gran campana, cuya abertura está cerrada por medio de un pliego de papel. El ioduro de cianógeno se deposita en la campana bajo la forma de copos nevosos, coloreados por partes en rojo ó en rosa. La coloracion es debida á unas señales de ioduro de mercurio que se separan fácilmente por una nueva sublimacion practicada al baño de María, ó bien en un baño de ácido sulfúrico, si se quiere hacer con mas actividad.

Los productos de esta reaccion son bi-ioduro de mercurio, y el ioduro de cianógeno.

Sulfuro de cianógeno.

534. ¿Se conoce un sulfuro de cianógeno? Esta es una cuestion que merece examen, pareciendo muchos compuestos á propósito para realizar esta combinacion interesante.

El cianógeno y el hidrógeno sulfurado gaseosos y húmedos se combinan, pero no puede resultar de esta combinacion sulfuro de cianógeno (521).

El cuerpo que se ha considerado como sulfuro de cianógeno, hace parte de ciertas sales designadas bajo los nombres de sulfo-cianuros: estos cuerpos parece estan compuestos de un radical metálico, de azufre y de cianógeno. Véase el ejemplo siguiente:

Potasio......1 átomo.
Azufre......2 átomos.
Cianógeno..2 átomos.

Es decir, que hay bastante azufre para hacer un bi-sulfuro con el potasio y bastante cianógeno para formar un cianuro. Despues de haber admitido que el cianógeno juega el papel de un cuerpo simple, parecerá tal vez dificil admitir que un compuesto de azufre y de cianógeno se halle en el mismo caso; sin embargo, los esperimentos de M. Berzelius sobre esta materia nos conducen á este resultado.

Es preciso admitir que existe realmente un compuesto de

1. át. cianógeno............	=163,85 ó bien	55,11
1 át. azufre.................	=201,16	44,89
1 át. sulfuro de cianógeno.	=365,01	100,00.

535. Dos átomos de este compuesto combinados con un solo átomo de potasio forman un sulfo-cianuro. Tratando este por el agua y un ácido poderoso, tal como el sulfúrico, se trasforma en sulfato de potasa y en un compuesto volátil, ácido que puede recogerse por la destilacion. Este compuesto debe realmente estar formado de

2 átomos cianógeno.
2 átomos azufre.
2 átomos hidrógeno.

Este es el ácido hidro-sulfo-ciánico en el que el azufre y el cianógeno reunidos juegan el papel de un cuerpo simple. Comparando este cuerpo al ácido hidro-ciánico podremos formar una idea exacta de estas reacciones. Para el ácido hidro-sulfo-ciánico partiremos de la composicion siguiente:

1 át. sulfuro de cianógeno.....	=365,01
1 át. hidrógeno.................	= 6,24
2 át. ácido hidro-sulfo-ciánico.	=371,25

Suponiendo que la combinacion se efectúe sin condensacion.

El ácido hidro-sulfo-ciánico no se ha podido obtener seco. Cuando está disuelto en el agua es incoloro, trasparente de un olor análogo al del vinagre fuerte, su densidad es de 1,02 cuando está muy concentrado. Este ácido es volátil, pero á cada destilacion abandona un poco de azufre descomponiéndose parcialmente.

Su carácter mas pronunciado es la propiedad que tiene de

formar con el peróxido de hierro una combinacion, cuyo color es el carmesí subido. Los sulfo-cianuros en disolucion producen este efecto sobre todas las sales de peróxido de hierro en disolucion. Pero esta propiedad no es esclusiva de estos cuerpos; hay otros que la poseen. (529) (Véase sulfo-ciánuros de potasio.)

El ácido hidro-sulfo-ciánico difiere evidentemente del compuesto formado por la combinacion del cianógeno y del ácido hidro-sulfúrico gaseoso; las proporciones son enteramente diferentes.

En igual caso está el nuevo ácido que se forma tratando el fulminato de plata por el ácido hidro-sulfúrico. De aqui se deduce que la historia del sulfuro de cianógeno, dista mucho de estar completa, y que por lo tanto reclama un nuevo examen.

Seleniuro de cianógeno

536. El selenio parece que se halla con respecto al cianógeno en las mismas circunstancias que el azufre. (Berzelius An. de quí. y de fís. t. XVI pág. 43.) Se forman al menos selenio-ciánuros, pero son mucho menos estables que los sulfo-cianuros. (Véase selenio-cianuros de potasio.)

LIBRO SEGUNDO.

537. Entre las artes que han contribuido al desarrollo de la sociedad humana, el arte de producir el fuego á voluntad del hombre y dirigir convenientemente sus efectos, debe sin duda alguna colocarse en el primer rango. El es el que ha permitido al hombre establecerse en las regiones demasiado frias para su constitucion, y contrarestar con ventaja los rigores de los climas mas insoportables. El es tambien el que nos ha suministrado la multitud de instrumentos poderosos y cómodos, por medio de los cuales hemos podido elaborar á nuestro gusto tódas las sustancias que la superficie del globo nos ofrece. Las primeras materias de este arte forman la base de un comercio inmenso, y como su produccion es las mas veces limitada, todas las economías que puedan introducirse en su empleo, redundarán necesariamente en beneficio de la poblacion, contribuyendo á su buen estado y prosperidad.

Muchos son los medios que tenemos para elevar la temperatura de un cuerpo; pero si hacemos abstraccion de la accion calórifica de la luz solar y de la alta temperatura que se desenvuelve por la reunion repentina de las electricidades de nombres contrarios, solo quedan á nuestra disposicion los procedimientos fundados sobre la combinacion química de los cuerpos entre sí.

La temperatura se eleva efectivamente mas ó menos siempre que dos cuerpos se combinan; pero en el caso actual esta produccion de calor se halla contenida en unos estrechos límites por las consideraciones de economía. Muchos cuerpos estan dotados de afinidades bastante enérgicas para producir una dósis considerable de calor en el momento de contraer sus combinaciones íntimas; pero deben escluirse todos aquellos que no nos ofrecen la combustion, sino originando compuestos venenosos, todos los que son de un precio demasiado subido, y en fin, los que exijen el empleo de algunos aparatos complicados. Bajo este punto de vista observamos que solo queda á nuestra disposicion el carbon y el hidrógeno como combustibles, y el oxígeno repartido prodigamente en el aire como cuerpo combulente. Por una sábia disposicion, cuya grandeza no sabremos jamás admirar lo bastante, estas tres manterias toman en el acto de la vegetacion su disposicion primera, á medida que la combustion modifica su arreglo. El hombre posee, pues, un manantial indefinido de calor; pero debe manejar su empleo de manera que le haga provechoso al mayor número posible de individuos.

Las materias que se aplican á la produccion del calor son el carbon, la leña , la turba y la ulla. Los productos que resultan de su combustion perfecta, son ácido carbónico en el primero de estos cuerpos, ácido carbónico y agua en los demas.

Esta combustion perfecta no es siempre facil de realizar; de aqui provienen las pérdidas considerables de calor. Cuando se realiza es necesario tener cuidado de aplicar esclusivamente al fin propuesto todo el calor producido, porque de lo contrario las pérdidas no de menos entidad, se presentarán todavia.

Tenemos, pues, que examinar las diversas especies de combustibles bajo el doble aspecto de su produccion y de su naturaleza química. Tenemos que estudiar ademas en los varios aparatos de combustion las disposiciones mas convenientes para la combinacion completa del carbon ó del hidrógeno con el oxígeno del aire, y las que son mas favorables para trasportar el calor desprendido sobre el cuerpo que se tiene por objeto calentar.

La ligacion íntima que existe entre los fenómenos del alumbrado y los de la aplicacion del calor nos hubiera conducido á colocar en este mismo libro la historia completa del primero de estos artes; pero si es facil esponer todo lo relativo al alumbrado de gas, sin salir del círculo de los fenómenos que han tenido su colocacion en el libro precedente, no sucede lo mismo con el alumbrado por los cuerpos grasos. Para concebir bien sus diversos accidentes es necesario haber adquirido sobre la naturaleza de estos cuerpos las nociones que se hallan espuestas mas adelante. *(Véase aceites, cera, ácidos, orgánicos.)* Despues volveremos por consecuencia á tratar del alumbrado ordinario que difiere por otra parte de el que se practica hace algunos años por medio del gas hidrógeno carbonado, y colocaremos aqui este nuevo arte como una dependencia necesaria de la historia de los carburos de hidrógeno, que ya hemos espuesto en el libro precedente.

Vamos por consecuencia á examinar las leñas, los carbones, las turbas y las ullas, asi como las modificaciones que se

han hecho esperimentar á estos cuerpos bajo el punto de vista de la aplicacion del calor.

CAPITULO I.

DE LAS DIVERSAS ESPECIES DE LEÑAS, Y DE SU EMPLEO COMO COMBUSTIBLES.

538. Al ocuparnos de la química orgánica examinaremos las leñas bajo el punto de vista de su composicion, de sus reacciones con respecto á los otros cuerpos, de las alteraciones que esperimentan con los alcalís, con los ácidos, etc. Aqui solo trataremos de las partes de su historia química que se aplican á su empleo en el arte de calentar ó en la fabricacion del carbon.

Las leñas que se emplean para producir el calor, pueden mirarse como formadas en su mayor parte de fibras leñosas de una cantidad de agua mas ó menos grande que se desaloja á una temperatura de 100°, de una pequeña porcion de materia soluble en el agua, y en fin de algunas materias minerales que constituyen las cenizas; algunas veces tambien estan impregnadas de materias resinosas. Las proporciones relativas de estos diversos cuerpos varian mucho.

539. Las leñas verdes, es decir, las que acaban de cortarse, contienen una cantidad de agua bastante considerable, pero la pierden en gran parte por su esposicion al aire. La porcion de agua que esta clase de leña contiene asciende en general á 40 por 100, la que pierden por su desecacion al aire puede estimarse en un quinto ó en un sesto de su peso, segun las especies y la edad. Cualquiera que sea el tiempo de su esposicion al aire, retienen siempre una cantidad que

equivale en general á un cuarto ó un quinto de su peso. Puede por lo tanto considerarse la leña destinada para calentar, como acompañada siempre de una cantidad de agua libre igual á cerca de una cuarta parte de su peso. Una temperatura de 100° la priva de esta cantidad de agua, pero si despues de su desecacion se la espone de nuevo al aire, no tarda en adquirirla en parte, y al cabo de algun tiempo llega á tomar hasta un 10 por 100 de su peso poco mas ó menos.

540. La proporcion de las cenizas varía segun la naturaleza de la leña; varía tambien en la misma leña en razon de su edad, y por último, no es la misma esta cantidad en la misma leña, en la parte leñosa propiamente dicha, que en la corteza. Esto es lo que las observaciones de M. Th. de Saussure han hecho perfectamente evidente. En efecto, segun este célebre observador, se encuentran en

1000 partes de ramas nuevas de encina descortezadas	4 cenizas.
id. de su corteza	60
id. de un tronco de encina de dos decímetros (8,6 pulg.) de diámetro	2
id. de su corteza	60

Unamos aqui los resultados obtenidos por M. Berthier (An. de quí. y de fís., t. 32, p. 248), y tendremos sobre este punto unas ideas muy exactas.

1000	partes de leña de tilo producen.	50 de ceniza.
id.	leña de encina	25
id.	de avellano sauco, morera	16
id.	ébano falso	12
id.	adedul	10
id.	pinavete	8

La naturaleza de las encinas varía segun las especies. Mas adelante las examinaremos con respecto á este punto. Pero pueden en general considerarse como formadas de mucho carbonato de cal ó de magnesia, de un poco de fosfato de cal, de cloruro de potasio, de sulfato y de carbonato de potasa; en fin, de silice libre ó combinada con la potasa ó con la cal.

541. En cuanto á la materia que puede disolverse en el agua ó en el alcohol, las leñas ordinarias que se emplean para calentar, no contienen sino unas cantidades poco considerables. Las leñas resinosas como el pino y el abeto, estan siempre impregnadas de una cantidad de materia soluble en el alcohol, en proporcion muy variable sin duda, pero sobre la cual no tenemos datos positivos. Por lo demas, como estas materias solubles en el agua ó en el alcohol son tambien combustibles á escepcion de algunas sales que ya hemos comprendido en las cenizas, resulta de los hechos precedentes que la leña ordinaria destinada para la combustion contiene dos ó tres por ciento de cenizas á lo mas, y veinte ó veinte y cinco por ciento de agua libre. Restan de 73 á 78 por ciento de materia leñosa ó combustible.

542. La composicion de esta materia va á completar la reunion de noticias que debemos presentar en este lugar. Esta composicion ha sido presentada por los señores Gay-Lussac y Thenard de una manera que no deja nada que desear. Resulta de sus analísis que la fibra leñosa es siempre idéntica en su composicion, aunque producida por diversas plantas. Estos observadores han comparado muchos vegetales bajo este punto de vista, aun cuando no han publicado sino los dos analísis que reproducimos aqui. Estos han sido ejecutados sobre leñas desecadas á la temperatura de 100°.

	Fibra leñosa de encina.	Id. haya.	Término medio.
Carbono	52,53	51,45	52
Oxígeno é hidrógeno en proporciones convenientes para formar agua	47,47	48,55	48
	100,00	100,00	

O bien

	Encina.	Haya.	Término medio.
Carbono	52,53	51,45	52,0
Hidrógeno	5,27	5,41	5,3
Oxígeno	42,20	43,14	42,7
	100,00	100,00	100,0

La parte leñosa de la leña puede por lo tanto considerarse como un compuesto de 52 partes de carbon y 48 de agua, ó al menos de oxígeno y agua en las proporciones que constituyen este cuerpo. El resultado mas inmediato de este análisis relativamente á la produccion de calor, se descubre fácilmente si se comparan los datos precedentes con los productos de la combustion completa de la leña. Estos productos deben ser ácido carbónico y agua. Es evidente que el hidrógeno y el oxígeno no tomarán parte, puesto que se hallan reunidos en las proporciones convenientes para constituir el agua. Bien lejos de contribuir á la produccion de calor, al evaporarse en el estado de agua absorverán una gran parte. Asi, que solo el carbon es el que produce el calor en la combustion de la leña, y representando 100 partes de leña seca 52 de carbon exigirán 138 partes de oxígeno para su combustion completa, y producirán una cantidad de calor capaz

de fundir 4888 partes de hielo, ó bien de hacer pasar de 0° á 100° una cantidad de 3666 partes de agua. Los resultados de los esperimentos de los señores Rumford y Hassenfratz estan enteramente acordes con la teoría. El primero halló siempre de 3600 á 3680 haciendo uso de leña seca; y el segundo obtuvo 3675 en las mismas circunstancias. Segun M. Peclet $\frac{3}{4}$ del calor producido son arrastrados por el gas, y $\frac{1}{4}$ desaparece por la irradiacion. Mas adelante veremos que esta relacion debe variar (546).

543. Es evidente segun lo que acabamos de esponer que si el hidrógeno y el oxígêno no estan en la leña en el estado de agua, se aproximan de tal suerte por su condensacion á esta clase de combinacion, que la diferencia es insensible. De donde se deduce como regla cierta que el calor producido por la combustion de una leña podrá ser previsto bastante bien, examinando la densidad de esta leña, porque el agua tanto higrométrica como combinada debe alterar poco la densidad de la leña, y todo el esceso de pesantez específica de esta debe atribuirse al carbon. Asi, M. Rumford, operando con las precauciones convenientes, ha encontrado la densidad de la fibra leñosa idéntica en todas las leñas, y variando apenas de 1,46 á 1,53. Segun esto, la verdadera densidad de una leña húmeda podrá espresar su valor; pero es casi imposible de obtener la densidad real de la leña. Los vacíos que dejan las fibras entre sí no se llenan de líquido, de donde resulta que la mayor parte de las maderas en masa son mas ligeras que el agua, lo que no deberia suceder nunca si se considerara únicamente su composicion química. Esto es lo que se observa en la tabla siguiente, que ofrece las densidades tomadas por Brisson.

Naturaleza de la leña.	Densidad.	Naturaleza de la leña.	Densidad.
Granado	1,35	Naranjo	0,70
Guayaco, ébano	1,33	Olmo (el tronco)	0,67
Madera de Holanda	1,32	Nogal de Francia	0,67
Encina de 60 años (el corazon)	1,17	Peral	0,66
		Cipres de España	0,64
Níspero	0,94	Tilo	0,60
Olivo	0,92	Avellano	0,60
Madera de Francia	0,91	Sauce	0,58
Moral de España	0,89	Tuya	0,56
Haya	0,85	Abeto macho	0,55
Fresno (el tronco)	0,84	Alamo blanco de España	0,52
Aliso	0,80		
Tejo de España	0,80	Abeto hembra	0,49
Manzano	9,79	Alamo blanco	0,38
Tejo de Holanda	0,78	Alcornoque	0,24
Ciruelo	0,78		
Arce	0,75		
Guindo	0,75		

Siendo todas estas leñas aproximadamente idénticas con respecto á su composicion elemental, se observa que la densidad de las masas no espresa nada de aplicable á la mayor produccion de calor, al menos con exactitud, porque para las maderas mas ligeras que el agua aumenta la densidad al mojarlas, cuando debia disminuir. Todo lo que puede decirse es que entre las leñas *igualmente secas* las mas densas son las mejores.

544. Lo que da el verdadero valor de la leña que se emplea para la combustion, es su peso absoluto en el estado seco. Pero regularmente esta sustancia se vende y emplea en volúmen sin atender al peso. Tomando el volúmen real de la leña, la densidad anterior daria el peso aproximadamente; pero como se miden un monton de troncos superpuestos, y

estos troncos mas ó menos turtuosos dejan entre ellos espacios variables, los datos precedentes no pueden de modo alguno dirigirnos á este objeto.

Sabemos ademas, que cuanto mas gruesos son los troncos, tanto mas pesa la medida de leña; y esto es hasta tal punto, que la Stère (17,9909 fanegas) de troncos gruesos pesa muchas veces el doble que la misma medida de leña menuda de la misma especie. Puede concluirse de todo lo dicho que las mejores leñas para emplear en la combustion son las mas secas, las mas gruesas y las mas densas, y las peores cuando se comparan á la medida son las mas ligeras, pesadas y verdes. El precio de la leña podrá deducirse bastante bien de estas tres circunstancias combinadas. Si se compran las leñas al peso se tendrá una igualdad casi absoluta en cuanto á las leñas secas; y con respecto á las leñas verdes, su precio será tanto mas inferior cuanta mayor sea la cantidad de agua que contengan. Se observa que todas las leñas pesadas ó ligeras, gruesas ó menudas, no son igualmente aplicables á todos los modos de calentar, á pesar que tengan la misma composicion.

545. No hemos podido presentar en la cuestion que nos ocupa sino unos datos tan vagos, que es preciso tomar con anhelo los resultados publicados por M. Berthier, como hechos de pura práctiea.

Naturaleza de la leña.	Estado de la leña.	Peso del metro cúbico en kilógramas.	Libras.	Peso del pie cúbico en libras.
Encina de los bosques de las cercanías de Moulins......	Cortados de un año en troncos hendidos..............	375	815,7390	26
id...............	Cortada en cuatro partes.....	515	1120,3210	34
Encina del bosque de Monadier, en las cercanías de Moulins....................	Leña gruesa cortada de tres años en rajas.	386	839,6464	26,3
id...............	Cortada en cuatro partes.....	485	1954,9200	33
Encina de las cercanías de Cahors.....................	Cortada de un año...........	525	1142,0550	36
Encina de hacer carbon......	De 30 pulgadas de largo....	220 á 262	478,5560 á 469,8408	15 á 18
Haya de las cercanías de Moulins....................	En gruesos troncos hendidos........................	400	870,176	30
id...............	Carcomida en parte..........	375	815,7390	26
Abedul de las cercanías de Moulins....................	En troncos muy gruesos.....	440	870,176	30
Alamo blanco de hoja menuda......................	»	190 á 220	413,254 á 478,5560	13 á 15
Abeto de Montiers...........	En leña gruesa..............	300 á 340	652,632 , 739á570	21 á 22

Se advierte segun esta tabla, que entre las leñas de uso las variaciones se reducen á unos límites mas estrechos de lo que pudiéramos esperar, teniendo cuidado con todas las circunstancias señaladas. Se puede contar por lo tanto en las artes bajo los términos medios siguientes:

	Peso del pie cúbico.	Peso del stere.	Libras.
Encina, haya, abedul en troncos gruesos..	30 libras...	450 kilogr...	978,9480
Abeto en troncos gruesos.	22	325	706,9670
Encina ó álamo blanco de hacer carbon.....	15	225	489,4230

No perdamos de vista que los números se refieren á la leña seca al aire, y que la leña verde pierde sin cambiar mucho de volúmen una cantidad de agua muy considerable. No olvidemos tampoco que la misma especie de leña varía en su peso específico por la edad, el clima y la naturaleza del suelo en que ha sido criada. Sin embargo, las variacianes son mas limitadas de lo que se pudiera esperar á primera vista. Para probarlo bastará citar aqui los resultados obtenidos por M. Marcus de Bull.

	Peso del metro cúbico en kilógramas.	Libras.
Encina blanca.........	479............	1041,9766
Fresno de América....	431............	937,5534
Haya....................	404............	878,8696
Abedul ....,..	299 (1)........	650,3586
Pino..	250...,.........	643,860
Alamo blanco.........	221............	480,7294

(1) El abedul de M. Marcus Bull estaba ciertamente en unas circunstancias particulares, porque con la misma edad y el mismo grueso de los troncos difiere en Francia muy poco de la encina y del haya.

Estos hechos son bastante importantes de conocer, bien se consideren las necesidades bajo el aspecto de su valor, bien sea necesario comparar su efecto útil en los trabajos en grande, con los otros combustibles de que vamos á ocuparnos.

546. Cuando se quiere emplear la leña como combustible hay muchas consideraciones que examinar; pero todas se refieren al modo de hacer la combustion. En efecto, una leña ligera es siempre penetrable al aire, se desgarra al calentarse y arde con mucha mayor rapidez que la leña densa, en la que las partes interiores esperimentan una verdadera destilacion en las mismas circunstancias. De manera que cuando los gases que contienen se han desprendido y producido su efecto bajo la forma de llama, el carbon obtenido por la leña densa, pesa quince ó veinte veces mas que el que proviene de la leña ligera. Este carbon es por otra parte mas compacto y ofrece menos superficie al aire. Por estos diversos motivos no se consume sino con mucha lentitud proporcionalmente al otro. Luego es evidente, y asi lo prueban los últimos esperimentos de M. Peclet, que el poder radiante del carbon rojo es muy superior al de las llamas, de donde se concluye que las leñas al quemarse ofrecen entre el calor arrastrado por los gases y el irradiado, una relacion muy variable. Las leñas mas densas irradiarán la mayor cantidad posible, y las mas ligeras la menos.

Las leñas ligeras deberán por lo tanto escluirse en todos los casos en que las circunstancias exijan una grande irradiacion, y por el contrario, serán preferibles en las ocasiones en que haya necesidad de comunicar una temperatura elevada á los objetos distantes del fogon, ó una temperatura uniforme á los cuerpos sólidos que se hallan en grandes masas.

Por esta causa se prefiere en las fábricas de vidrio de porcelana, etc. En estas últimas aun se dividen los troncos, ya sea para hacer la combustion con mayor rapidez, ya para evitar la introducion de una cantidad inútil de aire en el horno. Podria obtenerse el mismo efecto con una leña densa, pero seria necesario dividirla en rajas muy delgadas, y someterla á una desecacion antes de hacer uso de ella.

Las leñas densas serán preferibles para calentar las calderas y todos los aparatos de este género; pudiendo entonces obrar la irradiacion directamente sobre la superficie que se ha de calentar, el equilibrio de temperatura se establece por sí mismo en los líquidos sometidos á la accion del fuego. Con mayor razon serán preferibles para el uso de las chimeneas ordinarias en donde es tan nececesaria la irradiacion. Será tambien preferible para las estufas y calentadores, por la lentitud de su combustion, que permite sin necesidad de cargar muchas veces el aparato, obtener una temperatura uniforme en las habitaciones que se trata de calentar.

Pero haciendo abstraccion de esta consideracion secundaria, las diversas especies de leñas producirán el mismo efecto útil en esta clase de aparatos. Por lo menos, M. Marens Bull ha observado que las relaciones estremas entre un gran número de variedades de leña, quemadas en una estufa dispuesta para evitar todo lo posible las pérdidas de calor, eran como 15: 16, lo que equivale á la igualdad en esperimentos de este género.

547. Las especies que suministran en Francia la mayor parte de la leña para la combustion, son el haya, el hojaranzo, la encina, el abedul, el álamo blanco de hoja menuda, el castaño, el abeto y el pino.

Las leñas para quemar se distinguen en muchas calidades, las principales son: la *leña nueva*, la *leña flotada* ó que se conduce por los rios y la *leña descortezada*.

La leña nueva es aquella que ha sido trasportada desde el sitio en que se ha cortado al del consumo, en carros ó en barcos; la leña flotada es la que se trasporta en balsas por los rios, que va gran parte de ella sumergida en el agua, y la descortezada es la de las encinas que han sido despojadas de su corteza para vender este producto á los curtidores. Las ramas nuevas de este árbol son las que se emplean para calentar los hornos, etc.

548. M. Heron de Villefosse evalúa en 9,804,928 cárceles (1) de á dos steres y tres cuartos (49,3299 fanegas), la produccion anual de la Francia de leña para la combustion. Este producto suministra una renta libre de gastos de 84.163,646 francos. La Francia sola basta casi para su consumo; pero la tabla de las importaciones de los años de 1819 á 1826 manifiestan que la cantidad de la importacion ha subido de 69000 á 124000 steres (2). Aun cuando este aumento haya sido gradual y constante, como la leña destinada para la combustion importada cada año, apenas representa las dos centésimas partes del consumo total, el equilibrio se establecerá bien pronto, si en las ferrerías sustituyen esta clase de combustibles por la ulla, lo que no puede tardar en realizarse en la mayor parte de estos establecimientos.

(1) Cárcel es una medida para la leña usada en Francia.
(2) La stere equivale á 17,9909 fanegas.

CAPITULO II.

PREPARACION DEL CARBON DE LEÑA.

549. La leña que se destina para calentar, no siempre puede emplearse inmedietamente. Una multitud de usos exigen una materia que pueda quemarse sin producir llama ni humo, y al mismo tiempo que puedan suministrar una temperatura mas elevada que la que se obtiene por la leña. Estas condiciones se realizan en el carbon de esta sustancia; por esto su consumo es tan considerable, lo cual nos obliga á dar alguna estension al examen de los procedimientos que se emplean en esta fabricacion.

Ya hemos visto que la leña desecada al aire se compone al poco mas ó menos de

Carbono..............	38,48
Agua combinada.,.	35,52
Cenizas	1,00
Agua libre..........	25,00
	100,00

De aqui resulta que separando el agua de la leña se obtendrán 38 á 40 de carbon que contendrá á las cenizas solamente. Los procedimientos ordinarios de carbonizacion solo suministran de 15 á 17 por 100, y los mas perfectos no dan mas que de 27 á 28 por 100. Hay, pues, en todos estos procedimientos unas causas inevitables de pérdida, cuya naturaleza y estension importa mucho apreciar.

550. El procedimiento sobre que reposa la fabricacion del

carbon está fundadoen la tendencia que tiene el hidrógeno y el oxígeno á trasformarse en productos gaseosos á una temperatura elevada, mientras el carbono es fijo á cualquiera temperatura á que se someta; pero desgraciadamente el hidrógeno y el oxígeno á una temperatura elevada obran sobre el carbon, y originan el hidrógeno carbonado y el ácido carbónico ó el óxido de carbono. A una temperatura mas baja se forman tambien otros productos que arrastran igualmente al carbon, estos son el ácido acético, un aceite volátil y una especie de brea; nada hay mas facil que convencerse deesto por la esperiencia.

551. Se coloca en un horno de reberbero una retorta de arcilla llena hasta las tres cuartas partes de serrin ó de virutas de madera comun, se adapta á su cuello una alargadera que comunica con un recipiente tubulado, y de este recipiente parte un tubo que conduce los gases á unos frascos llenos de agua, donde se recogen. Se calienta poco á poco la retorta hasta el grado rojo; la descomposicion se manifiesta aun antes de esta temperatura por un desprendimiento de gases acompañados de vapores blancos que se hacen notar todo el tiempo de su duracion. Los gases van á parar á los frascos, mientras en el recipiente se condensan por el intermedio del agua el ácido acético y un aceite empirreumático. Este aceite es ordinariamente espeso y de un color muy moreno; una pequeña porcion se disuelve en el ácido acético que tambien se disuelve en el agua, otra porcion es arrastrada por los gases, y á esta es debido el olor enpirreumático que tienen siempre, y los vapores blancos que los acompañan. En la retorta se obtiene por resíduo el carbon que no ha podido ser arrebatado, ya sea aislado, ya reunido al hidrógeno y al oxígeno de la leña. Los diferentes productos obtenidos se forman sucesivamente en razon de su grado de oxidacion; el agua y el ácido carbónico

siendo los dos mas oxígenados, se forman los primeros, el gas óxido de carbono y el ácido acético siendolo menos se forman despues; y últimamente, se forman el aceite que lo es muy poco, y el hidrógeno carbonado que no lo es absolutamente. Parece que debe suceder asi; porque en tanto que la leña contiene mucho oxígeno, no puede haber produccion de materia oleosa ni de hidrógeno carbonado, porque el oxígeno convierte á estos cuerpos en agua y en gas ácido carbónico. A la verdad todos estos diferentes productos se desprenden á la vez durante el esperimento; pero sucede sin duda alguna que la materia de la leña que se halla en el centro de la retorta está mucho menos caliente que la que toca á sus paredes; la descomposicion no se efectúa de una manera uniforme, porque mientras no se termina en una capa, no tiene lugar en la siguiente, de lo cual resulta el órden de los productos en los términos que hemos observado.

Si estando la temperatura muy elevada no se produce nada de aceite, ni de ácido acético, consiste en que estos cuerpos no pueden existir á la temperatura, ó en que si se forman, serán destruidos á medida de su produccion.

552. Cuanta mayor sea la cantidad de oxígeno é hidrógeno que pueda estraerse en el estado de agua, tanta mayor será la que quede de carbon. Esto es lo que se percibe en los cálculos siguientes que espresaremos en átomos para mayor claridad.

Al trasformar la leña seca en carbon y en agua se obtieten 20 át. de carbono y 12 át. de agua, ó bien 52,75 carbono y 47,25 agua por 100.

Cuando pasa el agua en vapor sobre el carbon candente, se trasforma en hidrógeno semi-carbonado y en óxido de carbono. Es evidente que los productos de la leña seca vendrán á

ser, si se realiza esta condicion enteramente, 2 át. carbono, 6 át. hidrógeno semi-carbonado y 12 át. óxido de carbono. En este caso solo se obtendrán 5 partes de carbon por 100 de leña. Con la leña ordinaria conteniendo 25 por 100 de humedad no habrá la cantidad suficiente de carbon para hacer pasar toda el agua al estado de óxido de carbono y de hidrógeno semi-carbonado, y por consecuencia desaparecerá todo el carbon.

Esto demuestra bastante lo mucho que importa el no elevar la temperatura de la leña hasta el grado rojo, antes de haber espulsado toda el agua posible por medio de una temperatura poco elevada. Pero en la aplicacion no pueden realizarse una ni otra de estas condiciones estremas; sin embargo debe siempre caminarse con prevencion contra los incovenientes que indica esta teoría. Efectivamente, lo que sucede en una retorta con el serrin de madera, se reproduce con un tronco elevando su temperatura. La superficie esterior se calienta como es natural la primera, y á medida que se carboniza, las capas interiores reciben sucesivamente todas las temperaturas, y suministran á la vez todos los productos que las temperaturas variadas originan en esta destilacion.

553. Las pérdidas son, pues, verdaderamente inevitables; pero como varian, ó al menos pueden variar en límites estensos con la temperatura, es preciso formarse ideas claras sobre este punto. Véase aqui lo que resulta de las investigaciones de M. Karsten.

Si se esponen durante mucho tiempo los pedazos de leña á una temperatura que no pasa de 150° c., llega un momento en que no se observa ya ningun cambio de peso. En esta operacion, la leña seca á la temperatura del aire pierde 66 á 69 por 100 de su peso. Sacándola á la temperatura de

el agua hirviendo, perderá cuando mas de 56 á 59 por 100. Asi, el resíduo que se asemeja perfectamente al carbon de leña ordinario, sino es que el primero presenta un aspecto algo mas deslustrado, pesa de 41 á 44 por 100 de la cantidad real de leña empleada, haciendo abstraccion de la humedad. Esta sustancia carbonosa es á la que M. de Rumford ha llamado la armadura ó el esqueleto de las plantas: este sábio la ha considerado como si fuera un carbon puro; pero M. Karsten, por los esperimentos que ha practicado, mira á este producto como una fibra vegetal imperfectamente descompuesta, que contiene todavia gas, y de ningun modo como un carbon puro.

Los productos de esta descomposicion lenta son muy diferentes de los que se obtienen por una descomposicion practicada por el intermedio de un calor aumentado rápidamente. La leña de hojaranzo comun, que en una carbonizacion rápida da los productos ordinarios de las leñas destiladas, y produce en carbon 13,3 por 100, desenvuelve bajo una elevacion de temperatura muy lenta mucha mas agua, gas hidrógeno carbonado y gas ácido carbónico; entonces produce 26,1 por 100 de carbon, es decir dos veces tanto mas aproximadamente, que en una carbonizacion rápida.

554. La cantidad de carbon que puede obtenerse de la fibra vegetal por medio de la destilacion, parece no ser muy variable en las especies de leña que se emplean comunmente para este uso, aunque Proust dice que los resultados, deben sin duda sus variaciones á circunstancias dependientes de la temperatura. Esto es por lo menos lo que se deduce de las observaciones de M. Karsten, cuyos resultados relativos á veinte y una clase de maderas vamos á presentar en un cuadro sinóptico. En todos estos casos la madera ha sido empleada en el es-

tado de virutas que durante muchos dias se ha estado desecando perfectamente al aire libre y á una temperatura de 15 á 18°c. La misma clase de madera fué sometida por una parte á una carbonizacion muy rápida, para la cual desde el principio de la destilacion se empleó el calor candente, y por otra, á una temperatura que se hizo ascender muy lentamente hasta llegar al mismo grado de candescencia. El contenido de las cenizas fué determinado con cuidado por medio de la incineracion del carbon bajo la mufla de un horno de ensayar (1); el peso de la ceniza está deducido de el de carbon en la tabla que sigue:

(1) Es probable que la corriente de aire haya ocasionado una pérdida en las cenizas. Las conclusiones relativas al carbon no son por esto menos reales.

Leña sometida á la destilacion.	Cantidades obtenidas de 100 partes de leña.			
	Por la carbonizacion rápida.		Por la carbonizacion lenta.	
	Carbon.	Cenizas.	Carbon.	Cenizas.
Encina nueva...........	16,39	0,15	25,45	0,15
Id. vieja................	15,80	0,11	25,60	0,11
Haya nueva (*fagus silvática*)...............	14,50	0,375	25,50	0.375
Id. vieja................	13,75	0,4	25,75	0,4
Hojaranzo nuevo comun (*carpinus betulus*)...	12,80	0,32	24,90	0,32
Id. viejo................	13,30	0,35	26,10	0,35
Aliso nuevo.............	14,10	0,35	25,30	0,35
Id. viejo................	14,90	0,40	25,25	0,40
Abedul nuevo...........	12,80	0,25	24,80	0,25
Id. viejo................	11,90	0,30	24,40	0,30
Abeto nuevo (*pinus picea*)...................	14,10	0,15	25,10	0,15
Id. viejo................	13,90	0,15	24,85	0,15
Pino nuevo (*Pinus abies*)................	16,00	0,225	27,50	0,225
Id. viejo................	15,10	0,25	24,50	0,25
Pino nuevo de Génova (*pinus silvestris*).....	15,40	0,12	25,95	0,12
Id. viejo................	13,60	0,15	25,80	0,15
Tilo.......................	12,90	0,40	24,20	0,40
Paja de centeno	13,10	0,30	24:30	0,30
Helecho	14,25	2,75	25,20	2,75
Tallo de caña............	12,95	1,70	27,75	1,70
Madera de abedul que ha estado mas de cien años sirviendo de puntal en un muro, pero que se hallaba bien conservada...........	12,15		25,10	

Basta tender la vista por esta tabla para advertir el resultado general siguiente: sea cualquiera la diferencia que presenten á la vista las fibras vegetales de las gramineas, de los helechos y de las diversas especies de leñas, todas estas materias producen cantidades casi iguales de carbon por la destilacion. Las diferencias que se observan en una que otra pueden provenir de lo imposible que es de mantener continuamente al mismo grado la temperatura del baño de arena. Admitiendo esta esplicacion, la carbonizacion rápida es ciertamente aquella cuyos resultados deben diferir mas entre sí, porque en este caso es todavia mas dificil de medir exactamente la temperatura. La cantidad de carbon obtenido por el medio de la carbonizacion rápida, varia en efecto para 100 partes de la materia empleada entre 11,90 producto de la leña de abedul viejo, y 16,39 producto de la leña nueva de encina; mientras que por la carbonizacion lenta, la cantidad de carbon obtenido que es al poco mas ó menos el doble ó cuando menos una mitad mas, no varia sino entre 24,20 producto de la madera de tilo, y 27,50 producto de la leña de pino nuevo. Este es el máximum que debe procurarse alcanzar y aun pasar si es posible, porque en los esperimentos en pequeño, la influencia del aire que penetra en los vasos durante la incandescencia del carbon, se advierte mucho mas que en las operaciones en grande, ejecutadas con las precauciones convenientes.

555. Fijemos desde luego el límite en que deben detenerse los productos en las circunstancias ordinarias. Fácilmente podemos llegar á este punto, tomando por tipo la destilacion en grande de la leña, cuyos productos estan aproximadamente en las relaciones siguientes:

Carbono	28 á 30
Agua ácida	28 á 30
Brea	7 á 10
Acido carbónico, óxido de carbono / Hidrógeno carbonado y agua no condensada.	37 á 30

Luego es necesario añadir á la leña empleada 12,5 partes consumidas en el fogon para efectuar la destilacion. Asi parece que en la práctica 112,5 de leña conteniendo 25 por 100 de agua libre, dividirán su carbon del modo siguiente:

Carbon	hallado en resíduo	30,0
id.	elevado al estado de ácido acético	0,5
id.	al estado de brea	6,0
id.	al estado gaseoso	3,5
id.	empleado para efectuar la destilacion.	5,0
	Total de carbon	45,0

Es muy dificil calcular rigurosamente las cantidades teóricas, porque la evaporacion de la brea y la trasformacion del oxígeno y del hidrógeno en diversos gases pueden turbar la marcha de la operacion y alterar las relaciones que se obtendrian, suponiendo que se tratara de evaporar simplemente el agua de la leña y de elevar la temperatura de su carbon hasta el grado rojo. En esta suposicion, se tendria en el ejemplo precedente: 6 kilógramas (13,0404 libras) de carbon empleado para evaporar 67,5^{k} (146,7045 libras) de agua y 0,^{k}77 (1,6735 libras) de carbon para hacer pasar 45^{k} (97,8050 libras) hasta el grado rojo; es decir, á 500°. En todo 6^{k},77 (14,7139 libras) de carbon consumido para carbonizar 112,^{k}5 (244,5375 libras) de leña. En la práctica el carbon quemado es de 5,^{k}0 (10,8670 libras), al cual es ne-

cesario añadir el que hace parte del gas, y compone en todo 8,k5 (18,4739 libras), ó tal vez 9 kilógramas (19,5606 libras), lo que es tambien casi posible segun el consumo calculado.

En consecuencia, es poco probable que puedan estraerse de 100 partes de leña mucho mas de 25 á 27 de carbon, sea cualquiera el procedimiento de carbonizacion que se emplee. Pero este máximum puede obtenerse por diversos procedimientos que la esperiencia ha sancionado; se trata únicamente de saber aplicar á cada localidad lo que mejor le conviene.

556. Examinemos estos diversos procedimientos, y la eleccion sobre este asunto será mas fácil.

El mas perfecto de todos, pero el menos empleado frecuentemente, es el que se practica en los grandes establecimientos de ácido piro-leñoso de la Francia. Este método consiste en una verdadera destilacion en grande, que se practica en vasos de hierro. Esta clase de industria se describirá mas detalladamente en otra parte de esta obra; aqui nos limitaremos á examinar lo concerniente á la fabricacion del carbon. El objeto de esta clase de establecimientos es estraer todos los productos de la destilacion de la leña, y utilizarlos cada uno segun su naturaleza. Para esto deben practicarse todas las operaciones en vasos cerrados, de modo que puedan reunirse separadamente el carbon y los productos liquidos. En cuanto á los gases, son conducidos sobre el fogon y se queman en él. Para esta operacion se emplean verdaderos aparatos destilatorios. La leña se coloca en unos cilindros ó en unas cajas rectangulares de chapa de hierro perfectamente rebordadas y cogidas todas las junturas. Estos cilindros ó cajas llevan un tubo en su parte superior, que sirve para

conducir todos los productos de la destilacion en sus condensadores convenientes.

Lo que caracteriza estos aparatos es que las retortas de chapa de hierro son movibles, de modo que se cargan fuera del horno y se retiran cuando se halla terminada la operacion, para reemplazarlas por otras nuevas que se tienen ya cargadas al intento. Por este medio la destilacion no se interrumpe, y el carbon se enfria libre del contacto del aire. En ocho horas se destila medio decastére (89,954 fanegas) de leña en estos aparatos. Estas partes de leña desecada por su esposicion al aire durante un año producen 28 á 30 partes de escelente carbon, y se queman 12,5 en el horno para destilar estas 100 partes.

557. Comparemos este procedimiento con el que se practica generalmente en los bosques, y podremos decidir fácilmente sobre su valor comparativo.

Los carboneros empiezan sus operaciones por aplanar un espacio conveniente de terreno en forma circular, prefiriendo siempre el que ya ha servido, porque este se encuentra menos húmedo. En seguida clavan en el centro de este espacio y verticalmente un tronco abierto en cuatro partes en sentido de su longitud; en su estremidad superior (Lám. 14, fig. 1) colocan en estas hendiduras y en sentido horizontal dos troncos en forma de cruz, que presentan cuatro ángulos rectos (fig. 2), en seguida colocan de punta otros cuatro troncos que inclinados al centro tienen su apoyo en los cuatro ángulos antedichos, presentando la figura de una pirámide. Estos son los que forman la armadura de la pila, que hace verdaderamente las funciones de una regilla, sirviendo para la introduccion del aire necesario á la combustion. Despues colocan horizontalmente sobre el suelo, y muy aproximados unos á

otros troncos gruesos que representan los rados de un círculo (fig. 3). Los vacíos que quedan entre estos troncos se rellenan con otros mas pequeños, y para dar á este piso alguna solidez se fijan unas estacas al rededor de la circunferencia, y á cerca de un pie de distancia unas de otras. Entonces se colocan los troncos sobre el piso, advirtiendo que su posicion no es indiferente. De los esperimentos practicados en Suecia resulta que si se colocan horizontalmente se obtiene mas cantidad de carbon que si se dispone en sentido vertical. Pero en en el primer caso la carbonizacion se hace con mas dificultad y quedan muchos tizos. Por esto se conserva el uso generalmente practicado en la mayor parte de los bosques, que consiste en colocarlos por filas verticales ó ligeramente inclinadas al rededor de los cuatro primeros, sobre los cuales se apoyan. De esta manera forman un cono truncado, cuya base está en el piso (fig. 4). Asi se continúa hasta que no se alcanza con facilidad al medio del monton. Entonces se planta en medio de este cono otro madera de punta (fig. 5), que se rodea de troncos derechos como el primero apoyándoles sobre este centro, y dándoles la misma inclinacion que á los precedentes, de suerte que continuan, y doblan la elevacion del cono truncado.

Establecido este segundo piso se repone el primero, y se continúa hasta la estremidad del piso ó ámbito marcado; el segundo se continúa tambien hasta los bordes del primero, y el *horno ó pila* se encuentra construido, cuando ha llegado en los casos ordinarios á la altura de dos troncos y un diámetro de 15 pies. Algunas veces solo se forma una fila de troncos; pero lo mas comun es dos como acabamos de indicar, bien entendido, que debe conservarse siempre cierta relacion entre la altura de la pila y el diámetro de la base. En Suecia y en otros paises acostumbran á poner cuatro y aun seis capas de tron-

con procediendo del modo indicado. En este caso es ventajoso el colocar horizontal la última fila de troncos, en vez de conservar la situacion vertical de los otros; pero sea como quiera, cuando la pila está formada, se cubre desde luego su superficie con pedazos pequeños de leña, despues de hierva y últimamente de tierra, no dejando en descubierto sino algunos agujeros correspondientes á los troncos colocados en la base, á fin de dar acceso al aire en esta parte. Algunas veces se emplean capas de céspedes para formar esta cubierta, cuyo espesor varia de 4 á 6 pulgadas. Esta capa debe estar reforzada hácia la parte superior, y tanto mas cuanto mayor altura tiene la pila, con el fin de que pueda resistir al esfuerzo que hace el tiro del aire en esta parte.

558. Se trata por último de aplicar el fuego; esta operacion se hace por lo regular al rayar el dia. Algunas veces se introduce el fuego por la base por el intermedio de un tubo que se hace salir desde el centro á la circunferencia, y de un monton de ramillas secas colocadas al rededor del palo del centro. De esta suerte se evita el vacío que deja la chimenea, vacío que acarrea un decaimiento demasiado grande en la pila, ó un tiro dificil de arreglar. Pero por lo regular, se sube un obrero á lo alto del horno, levanta el tronco que forma el centro, é introduce leña seca y tizones encendidos en el agujero que debe hacer veces de chimenea; á poco tiempo se desprende un humo espeso por este orificio, y por todo el rededor del horno; pero cuando se advierte salir llama por la chimenea se cubre con céspedes sin cerrarla completamente, á fin de dejar una salida al humo. Desde este momento la vigilancia de los obreros debe ser contínua en razon de los innumerables accidentes que acontecen en la cubierta del horno, y que pueden tener consecuencias muy graves haciendo el tiro demasiado

rápido; en este punto es donde se malean todos los procedimientos de este género, en que la influencia del aire es variable. Si llega demasiada cantidad de este fluido, el carbon se consume en la combustion, y si no llega la suficiente, solo se obtendrán tizos. En los esperimentos practicados en Suecia, y bien dirigidos por obreros muy inteligentes, han obtenido por este procedimiento la misma cantidad de carbon que por la destilacion, es decir, casi el doble de la produccion ordinaria. Todo depende como se advierte de la vigilancia de los obreros. Los cuidados de estos, consisten en regularizar el acceso del aire y la salida del humo; en cubrir de tierra ó de capas de céspedes los puntos en que se forman rendijas, y en facilitar la llegada del aire á los sitios en que la combustion no se efectúa de una manera conveniente, practicando en ellos algunos agujeros. Hácia el fin de la operacion, se añade tierra por la parte baja del horno para estrechar mas y mas los pasos al aire que se habian economizado, y disminuir progresivamente la llegada de este fluido.

Cuando el humo se exhala lentamente por todos los puntos escepto de la parte de arriba, donde la corriente es mas rápida, la combustion se ejecuta bien y con igualdad.

559. Al cabo de un tiempo mas ó menos largo toda la masa se encuentra candente; poco tiempo despues de esta época aparece el *gran fuego*, es decir, que toda la cubierta del horno parece roja en la oscuridad, lo que indica que la carbonizacion se ha terminado. Entonces es necesario sofocar el fuego cubriendo toda la masa de una capa espesa de tierra; al cabo de algunas horas se *refresca*, lo cual se ejecuta levantando con cuidado todo lo posible la capa de tierra y de ceniza que cubren el *horno*, y reemplazándola por tierra nueva. Cuando esta operacion no se ejecuta con cuidado, debe

renovarse hasta haber interceptado toda la comunicacion con el aire esterior.

En las pilas pequeñas puede separarse el carbon al cabo de cuatro dias. Es necesario tres dias enteros para terminar la carbonizacion y el enfriamiento; cuando la leña es ligera y seca no hay que emplear tanto tiempo: bastan solo dos dias y medio. Para las pilas grandes el tiempo que se emplea es mas considerable, este varía entre quince y treinta dias, segun su volúmen y su tratamiento.

560. En este procedimiento una porcion de leña se quema, y el calor que desprende sirve para destilar la otra porcion que no arde. Esto mismo sucede en la fabricacion del ácido piroleñoso, á menos que no se separe la que se ha de quemar de la otra que ha de efectuar la destilacion. Fácil es espresar la diferencia de estos dos métodos haciendo una comparacion detenida de sus productos.

Destilacion.		Pilas pequeñas.	
Leña destilada........	100	Leña destilada ó quemada...............	112,5
Id. quemada..........	12,5		
Carbon desaparecido ó trasformado en productos útiles.......	17	Carbon desaparecido.	28
Carbon obtenido......	28	Carbon obtenido......	17

La ventaja del primer procedimiento sobre el segundo es pues, de 11 en carbon por 112,5 de leña, ó de 10 por 100. Esta ventaja es muy grande sin duda, pero insuficiente para cubrir los gastos, no calculando sino el producto en carbon. Por otra parte, si se introduce en el cálculo el producto en ácido, será preciso tener cuenta con la considerable rebaja de precio que esta sustancia esperimentaria si se multiplicara

tanto cuanto permite. De donde se concluye que estos aparatos son demasiado costosos para la esplotacion usual del carbon, y que debe buscarse el obtener por los métodos mas sencillos el beneficio que resulta de su empleo.

561. Diversos procedimientos han sido propuestos para este objeto: vamos á describirlos y á examinarlos.

El primero consiste en el empleo de los abrigos. Estos son unos paravientos de mimbres muy fáciles de trasportar, y destinados á poner la pila al abrigo de los vientos que escitan la combustion en su interior y destruyen una parte de carbon en pura pérdida. Estos paravientos estan dispuestos de modo que forman un covertizo al rededor de la pila, dejando entre los dos un intervalo de algunos pies. Este covertizo está abierto por la parte superior para dar salida á los gases. En uno de sus lados presenta otra abertura que se cierra con una cortina de tela y sirve para que el obrero entre y salga en los casos necesarios. Este aparato es del mismo género que el que se emplea en el bosque de Bonon, cerca de La Rochela, y del que M. Fleurian de Bellevue ha dado la descripcion en el *Diario de Minas*, t. XI, p. 413. Esta es una cabaña cuadrada, cuyos muros son de piedra y el techo de tablas bastante distante para dar paso libre al humo; las pilas que contiene son de un solo cuerpo, pero en lo restante construidas al poco mas ó menos á la manera acostumbrada. Pero es evidente que los paravientos descritos anteriormente, menos costosos y mas trasportables deben ser preferidos. En todos casos el ácido piroleñoso que se condensa en las tablas las penetra y no tarda en hacerlas incombustibles.

Por medio de estas modificaciones el procedimiento de las pilas puede producir hasta 22 por 100 de carbon, pero la brea y el ácido piro-leñoso se pierden siempre.

562. M. Brune, propietario de las herrerías de Sorel, propuso en 1801 un procedimiento sobre el cual los señores Blavier y Brochin hicieron una relacion de tal suerte ventajosa al consejo de minas, que es dificil creer lo que ha podido hacer desechar ú olvidar. Esta relacion contiene el resultado de los esperimentos practicados en el conservatorio de París en presencia de M. Molard. Su procedimiento está fundado sobre un principio que parece muy justo. Por él se hace la carbonizacion con mayor rapidez sin aumentar la afluencia del aire, la combustion del carbon será menor y el producto mas grande. M. Brune establece con razon que siendo el suelo mal conductor trasmite con dificultad la alta temperatura del centro á la circunferencia. Este defecto le corrige cubriendo el suelo de una superficie de chapa de hierro.

Practica un foso de 4 á 5 decímetros (17,24 á 21,55 pulgadas) de profundidad, y le da un diámetro igual al que debe tener la base del horno; este foso está cubierto de chapas de hierro bien remachadas una sobre otra y sostenidas sobre una armadura formada con alguna barra de hierro, teniendo cuidado de enlodar bien las junturas. Debiendo servir de fogon la parte de abajo de la chapa, se colocan en ella dos haces de ramas. Para las pilas grandes será necesario reemplazar la chapa de hierro por planchas de fundicion reunidas por medio de canales entrando unas en otras.

Sobre este plano de hierro, se prepara el horno del mismo modo que en el procedimiento generalmente úsado, es decir, formando un prisma triangular, compuesto de troncos tendidos punta con punta y unos sobre otros. Esta disposicion forma el centro á cuyo al rededor se coloca la leña formando por la reunion de esta un cono truncado; pero este prisma, que en los hornos ordinarios hacelas funcionesde chimenea, no

llena aqui el mismo objeto, porque su interior está guarnecido de troncos colocados en sentido vertical, en todo el alto del aparato.

Dispuesto el horno de este modo, teniendo ó debiendo tener por base una superficie igual á la que presenta la chapa de hierro, se le cubre de hojas y de una ligera capa de ceniza mezclada con tierra.

La abertura que dá acceso al horno y que sirve de fogon, forma tres respiraderos que comunican el interior del foso con la parte de afuera del horno; uno de estos respiraderos está opuesto directamente á la abertura principal, y los otros dos estan igualmente distantes del primero y de esta abertura, y sirven de chimenea al foso. Sobre la plancha de hierro se queman sucesivamente cinco ó seis haces de ramas, y la combustion se manifiesta en menos de una hora en toda la masa de leña. Entonces se cierran las salidas del foso, y se practica sucesivamente de abajo arriba unos agujeros en la tierra de que esta cubierta la leña. Se tiene gran cuidado de tapar todas las salidas que tiran demasiado, y abrir otras en los puntos en que la combustion no se produce bien, como se hace ordinariamente.

El cuadro siguiente esplica los resultados obtenidos en tres esperimentos por los comisionados.

Para 8 metros cúbicos (369,812520 pies cúbicos) de leña de encina nueva descortezada pesando.

2798 kilogramas (6080,054 libras).

	Productos en carbon.				Duracion de la combustion.	Carbon suministrado por 100 de leña.		Peso del metro cúbico de carbon.	
	Volumen en deci. cub.	Pulgadas cúbicas.	Peso en kilógra.	Peso en libras.		En volumen.	En peso.	Kilógramas.	Libras.
Procedimiento de M. Brune.	6214	504576,8	1196	2598,908	40 horas	77	31	193	412,441
Id.	6119	496862,8	1272	2764,056	41 h. 30 m.	76	33	208	444,496
Procedimiento antiguo.	2982	242138,4	578	1255,994	45 horas	37	15	195	416,715

Hay en estos resultados una exageracion manifiesta del producto, que debe provenir de la cantidad de la leña empleada en estos ensayos. Pero resulta una mejora incontestable en la cantidad, aunque estos números no pueden dar en esto la medida exacta (An. de las artes, t. V, p. 249).

563. En fin, acaba de introducirse nuevamente un procedimiento en América, que puede ser de una grandísima utilidad. En toda carbonizacion es necesario que una parte del combustible se queme sin duda, pero puede hacerse esta precisa combustion con materias de menos valor que el carbon y la leña. Esto es lo que se realiza en este método que no difiere del procedimiento ordinario de las pilas, sino en que se añade una cantidad de carbon en polvo, suficiente para llenar los intervalos de los troncos. La marcha de la operacion es la misma, pero el polvo de carbon al quemarse preserva á la leña, y debe ademas en virtud de su combustibilidad hacer mas rápida la carbonizacion. De este modo se obtienen 21 ó 22 de carbon por 100. Conviene tambien advertir que la antrácita es por otra parte semejante al carbon destilado. Esta mejora es debida á M. Marcus Bull.

Se observa últimamente que por unos procedimientos bastante sencillos y poco costosos, la proporcion de carbon producida por 100 partes de leña puede ascender de 20 á 22 en vez de quedar entre 15 y 18.

564. A pesar de todo, estos procedimientos son siempre incompletos, puesto que no suministran todos los productos útiles de la operacion. No sucede lo mismo con los siguientes que se reducen á producir el carbon como objeto principal del trabajo, y en los cuales no se pierden los productos accesorios. Estos métodos tienen por base las mejoras introducidas en el procedimiento de destilacion, teniendo sobre

todo por objeto la aplicacion á las masas considerables.

Tres sistemas se hacen notar aqui para la disposicion del horno. El primero es debido á M. de Joucaud, el segundo á M. Baillet y el tercero á M. Schwartz.

El procedimiento ordinario de la destilacion de la leña exige unos aparatos costosos, y su capacidad varia entre 2 ó 5 metros cúbicos solamente (92,453130 á 231,132825 pies cúbicos). Estas dos circunstancias hacen desechar su empleo para la fabricacion del carbon destinado á las ferrerías, y en todos los aparatos construidos para este último uso debe evitarse cuidadosamente el caer en uno ú otro de estos inconvenientes. Este es efectivamente el fin que se han propuesto los tres fabricantes citados, y que puede decirse han alcanzado contrayéndose á remediar las necesidades de los puntos mas variables de la fabricacion.

565. El procedimiento que M. de Joucaud emplea está fundado en los principios de los abrigos; la construccion del horno y el modo de conducir el fuego son absolutamente los mismos que en el procedimiento de las pilas; añade solamente una cubierta cónica, que reune á las ventajas de los abrigos ordinarios la de poder recoger los productos accesorios de la carbonizacion, en unos aparatos refrigerantes. Por ventajoso que fuera este procedimiento, era necesario hacerle económico, sencillo y poco costoso de establecer; esta dificultad ha sido completamente resuelta por M. Joucaud, puesto que todas las piezas de su aparato pueden trasportarse con facilidad, son de una construccion facil, y los materiales de que se componen se encuentran en todos los bosques. (Véase lámina 14, fig. 10 y 11).

Para construir un abrigo de 30 pies de diámetro en su base 10 en su parte superior y 8 á 9 de altura se forman

con unas maderas de dos pulgadas de escuadría, unos bastidores de 12 pies de largo, 3 de ancho por un estremo y 1 pie por el otro; los largueros A B y C D de estos bastidores estan provistos de tres cárceles de madera, por medio de las cuales pueden unirse, para lo cual basta pasar entre dos cárceles contiguas una aldabilla de hierro ó madera. Los bastidores estan guarnecidos de unos zarzos de mimbres enlodados con un mortero de tierra mezclado con hierva picada.

Una cubierta plana de 10 pies de diámetro, formada de tablas bien unidas y sostenidas por cuatro traviesas forma la parte superior del cono. Está provisto de dos trampas para dar salida ó los primeros humos al principio de la operacion; un agugero triangular P practicado sobre la misma cubierta, recibe un conducto formado de tres tablas, y destinado á conducir los gases y líquidos que se condensan en los toneles. En fin, una puerta T, que se abre y cierra segun conviene, permite la entrada al obrero para observar el estado del fuego.

Enlodando con tierra gredosa las paredes interiores de todos los bastidores, se obtendrá directamente el acetato de cal.

566. El segundo método fué propuesto por M. Baillet, inspector de minas, que fué su verdadero inventor, despues fué reproducido por M. Lamothe, y en fin, mas adelante por M. de Faucaud, pero solamente ha sido puesto en práctica en estos últimos años por M. de la Chaveausiure, que ha perfeccionado varias de las primeras ideas de los autores de que acabamos de hablar. Este procedimiento consiste en escabar en tierra ó elevar sobre el terreno unos cilindros de tierra batida ó de céspedes, y practicar unos conductos que para los hornos subterráneos parten desde la superficie y van á parar al fondo, y para los otros van solamente de fuera á dentro, hácia la base de estos hornos atravesando el espesor de su

paredes. Haremos conocer sucesivamente estos dos géneros de construccion. (*Boletin de la sociedad de Fomento*, 1821, p. 295.)

Fig. 12. Horno subterráneo representado la mitad en elevacion y la otra mitad en planta á vista de pájaros.

Fig. 13. Corte del mismo horno segun la línea A B.

La reunion de estas figuras manifiesta los objetos siguientes: A, mitad del plano á nivel del terreno del fondo; B, mitad de la elevacion á vista de pájaros; C, medio corte sobre la chimenea; D, medio corte sobre las corrientes de aire; E, terreno del fondo que debe estar formado de tierra de alfarero; G, aberturas para las corrientes de aire formadas de ladrillos; F, conductos practicados en el terreno para las corrientes de aire; H, caja de ladrillos y tubo conductor de los humos; I, borde de ladrillos sobre el cual debe descansar la cubierta.

Fig. 14. Horno construido sobre el suelo representando la mitad en planta y la mitad en elevacion á vista de pájaros.

Fig. 15. Corte del mismo horno sobre las chimeneas y las corrientes de aire.

En la reunion de estas figuras se distinguen los objetos siguientes: L, mitad del plano del horno á nivel del terreno del fondo; M, mitad de la elevacion á vista de pájaros; N, pie derecho clavado en tierra para sostener la parte de la caja que pasa del horno: es necesario dos iguales reunidas por un travesaño.

Fig. 16. Cubierta de chapa de hierro; *a*, cañon por donde se introduce el fuego; b, b, respiraderos para la salida de los primero humos y para regularizar el fuego.

567. Los conductos para las corrientes de aire están formados por tubos de tierra de dos pulgadas de diámetro. Estos tubos terminan tanto por la parte de adentro como por la de

afuera en unas cavidades formadas por ladrillos. Una corona de ladrillos forma el limbo del horno, y sirve para que descanse la cubierta de chapa de hierro. Los hornos subterráneos no son otra cosa que un simple foso de diez pies de diámetro sobre nueve de profundidad, cuyas paredes se reparan de tiempo en tiempo con tierra batida. El fondo del horno está cubierto con el barro de alfareros ligeramente humedecido y elevado hasta el nivel de los conductos, es decir, á seis pulgadas de altura formando un poco de convexidad hácia la parte de arriba.

A nueve pulgadas debajo del borde se practica un agujero por el cual pasa un tubo de tierra cocida de nueve pulgadas de diámetro. Este tubo está un poco inclinado hácia lo interior del horno, y termina en una caja cuadrada de diez y ocho pulgadas de largo, un pie de ancho y quince pulgadas de altura, construida de ladrillos sobre el terreno y abierta por la parte superior. Esta caja lleva un reborde que recibe una tapadera de chapa de hierro. El ácido y la brea que podrian obstruir el paso, se corren por una abertura practicada á dos ó tres pulgadas por debajo de su fondo que se tapa ó abre segun conviene.

Esta caja es necesaria sobre todo cuando se hace servir el mismo aparato de condensacion para dos hornos; en tal caso se llena con tierra, mientras el horno se enfria, y entonces los humos del horno vecino no pueden penetrar en ella. De esta caja parten dos tubos verticales de chapa de hierro ó de barro cocido, que se elevan cerca de cuatro pies y medio, y se prolongan horizontalmente, ó ligeramente inclinados hasta quince pies del horno. A esta distancia no hay ya que temer que el fuego pueda encenderse; lo restante del aparato puede ser de madera, y el condensador puede estar colocado hácia este punto.

568. La cubierta de hierro es la parte mas esencial, y al mismo tiempo la mas dispendiosa del aparato; está formada de chapas de hierro reforzada por un círculo plano de hierro tambien y por unas bandas que la atraviesan en varias direcciones, y sostienen la superficie esterior. Esta cubierta, cuya forma debe ser ligeramente abombada ó convexa, pesa de 250 á 275 kilógramas (de 543,860 á 598,195 libras), se la dan diez pies y seis pulgadas de diámetro, á fin de que sobresalga tres pulgadas del borde del horno; debe ser bastante sólida para poder soportar el peso de un obrero, cuando tenga precision de andar sobre ella. En el medio se practica un agujero de nueve pulgadas de diámetro, guarnecido de un gollete y cerrado por un tapon de hierro. A un pie del borde de esta cubierta se practican cuatro aberturas semejantes, pero de cuatro pulgadas de diámetro solamente.

Esta cubierta se maneja muy fácilmente por medio de dos palancas de hierro y de algunos rodillos de madera dándolas doce pies de largo para que puedan atravesar el horno y colocarla en el suelo.

569. Para construir los hornos elevados sobre el suelo es necesario trazar desde luego sobre el terreno dos círculos concéntricos; el uno de nueve pies de diámetro, y el otro de diez y siete. El espacio de cuatro pies que queda entre los dos sirve de base para la pared de céspedes que se ha de construir á su alrededor; esta se eleva por hiladas teniendo cuidado de batir bien los céspedes á cada capa para entrelazar bien sus partes en todo el espesor; su altura es de nueve pies. Esta pared se construye con seis pulgadas de declive por la parte esterior, y el horno se ensancha por su parte superior otras seis, de manera que presente diez pies de abertura. La muralla ó pared tendrá por la parte de arriba del horno tres pies

de espesor. El borde interior del horno debe estar guarnecido en toda su circunferencia de una fila de ladrillos colocados de plano.

Los conductos de estos hornos de céspedes son ocho, y estan practicados á seis pulgadas sobre el suelo natural y al nivel del interior elevado por una rambla; estan ademas guarnecidos de tubos de barro de alfarero ó de ladrillos.

La cubierta de hierro es lo mismo que para los hornos subterráneos, á escepcion de tener tres anillos para recibir una triple cadena que está sujeta al estremo de una grua de polea y con un contrapeso para levantarla, y volverla á colocar cuando es necesario; por medio de esta misma grua se pueden elevar los cestones de carbon al estraerlo del horno.

570. Los tubos de estos hornos son los mismos que los de los hornos subterráneos con solo la diferencia que van descendiendo hasta la primera caja, que no tiene necesidad de ser tan grande, y continúan descendiendo fuera de la caja hasta el primer aparato condensador. Este aparato en ambos hornos puede estar formado de una série de barriles que el humo tiene precision de atravesar antes de salir á la chimenea, en donde se enciende un poco fuego para establecer en la corriente de aire un tiro conveniente. En la fabricacion del ácido acético, daremos los detalles convenientes sobre esta clase de aparatos.

571. Antes de poner el horno en actividad es necesario secarle bien encendiendo en él unas ramas ó unas virutas; terminada este operacion se procede á cargarle de la manera siguiente:

Se coloca en el centro del area un madero redondo de cuatro pulgadas de diámetro y de la misma altura que el horno, se le hace entrar ligeramente en el suelo y se le mantiene

derecho rodeando su pie de una pequeña cantidad de carbon menudo. Entre la leña destinada para el carbon se escogen los troncos mas fuertes, y se colocan formando radios horizontales entre los conductos, de tal modo que no toquen ni al madero del centro ni á las paredes del horno. El intervalo entre los troncos, que debe ser de cuatro á cinco pulgadas por el centro y diez y seis á diez y ocho en la circunferencia, forman otras tantas corrientes de aire que parten desde los conductos, y van hasta el centro del horno. Sobre estos radios se coloca trasversalmente la primera capa de leña que apoya sobre el madero del centro; pero los troncos que la forman deben estar tan aproximados cuanto sea posible. Esta capa recibe sucesivamente otras hasta que el horno se encuentre enteramente cargado teniendo la precaucion de llenar los vacíos sobre todo en la circuferencia, lo que se consigue alternando la longitud de los troncos que es de cuarenta y dos á cincuenta y seis pulgadas.

572. Cargado ya el horno se levanta el madero del centro, se coloca la cubierta, se abren sus cinco respiraderos y se cubre de tierra ó de arena seca hasta la altura de dos pulgadas para que condense los vapores lo menos posible en lo interior del horno; se abren igualmente todos los conductos laterales.

Mientras el horno se carga, se tiene cuidado de encender unos troncos pequeños de leña ó cierta cantidad de carbon al lado del horno, y esta lumbre se vierte por el agujero del centro en el horno con el auxilio de un gran embudo, cae al fondo del horno y prende el carbon menudo y la leña muy seca que se ha colocado al pie del madero del centro al principio de la operacion. A fin de que la llama se distribuya hácia los bordes del horno, se cierra herméticamente el respiradero del centro de la cubierta enlodando el tapon con tierra arcillosa

humedecida. Durante algun tiempo se deja obrar el fuego; pero asi que se advierte que la llama azul toma un color blanco y forma nubes, se cierran con prontitud todos los respiraderos de la cubierta, y se disminuyen las aberturas de los conductos, á fin de dejar muy poco paso al aire. Entonces se dirige la operacion segun la naturaleza del desarrollo de los humos, y se tapan enteramente los respiraderos.

Si la abundancia de los vapores es tal que no se pueden estraer convenientemente por la chimenea esterior que se halla colocada al estremo del condensador, será mejor perder un poco de ácido y dejar escapar algunos vapores por los respiraderos de la cubierta, que no esponerse á que la operacion se detenga y el fuego se apague. Esta abundancia de vapores se manifiesta por su acumulacion en los conductos por donde salen. Para evitar la pérdida que resulta de esto, pueden practicarse en la parte superior del horno dos aberturas en vez de una; la segunda estará dispuesta de modo que pueda cerrarse cuando convenga, y tendrá unos tubos conductores que conducirán los vapores á un segundo condensador.

Cuando no se quiere recoger el ácido se dejan escapar los vapores por los respiraderos.

573. Para obtener un carbon de buena calidad debe durar la operacion de sesenta á ochenta horas. El estado de la carbonizacion puede reconocerse por medio de una sonda, bien sea estrayendo algunos pedazos de leña carbonizada, bien examinando si el enrojecimiento es igual en todas las partes del horno. Si no lo es, se abre el conducto del punto en que se advierte menos considerable y el respiradero opuesto; el equilibrio entonces se establece bien pronto.

Cuando la operacion está terminada se observa que la

leña ha disminuido cerca de la mitad de su altura si ha sido apilada horizontalmente, no porque el grueso de cada tronco haya disminuido la mitad, sino porque se han llenado todos los vacios.

Cuando hay una seguridad de que la carbonizacion está terminada, bien sea por la sonda, bien por la naturaleza y el color del poco humo que se manifiesta todavia, se le da toda la fuerza de corriente que permite, es decir, que á escepcion del agujero del centro de la cubierta se abren todos los dèmas, como asimismo los conductos de abajo, entonces se produce un desprendimiento de hidrógeno que no habia podido evacuarse en totalidad. Si no se practica esta operacion, el carbon conservará un color rojizo que podrá perjudicar á la venta.

Cuando se observa al través de los respiraderos que la superficie del carbon se pone candente, se procede á la sofocacion; para esto se cierran herméticamente y con el mayor cuidado todos los conductos y respiraderos, sin dejar descubierta la menor abertura. Se quita toda la tierra que se puso sobre la cubierta, y se embadurna por medio de una brocha gorda con tierra desleida en agua. Para cerrar los respiraderos de la cubierta se introducen los tapones de chapa de hierro, y se sobreponen con otros de hierro tambien ó de barro cocido, que tienen mucho mayor diámetro y mayor altura que los golletes de los respiraderos, entrando enchufados en estos. La forma de estos segundos tapones es la de un manguito, presentando por la parte de arriba despues de colocados una cavidad que se llena de la tierra que se ha quitado de la cubierta.

574. La duracion del enfriamiento es de setenta y dos á ochenta horas en los hornos que no descansan jamás.

Luego que el horno se ha enfriado se descubre y se observa que á escepcion de alguna disminucion indispensable el carbon conserva la forma que tenia la leña sin mezcla de tierra ni otra impuridad.

Para retirarle del horno baja un obrero y va sacando á la mano y sin quebrarlos todos los trozos de carbon, y en seguida reune con una pala todo el carbon menudo que ha quedado en el fondo, poniendo aparte todos los tizos que encuentre, aunque por este método es muy raro que pueda quedar alguno.

En el caso en que el enfriamiento no fuera completo, se sirve el obrero de un instrumento á propósito para no quemarse; si aun queda algun fuego en el horno por haber cerrado mal algun conducto, no por esto dejará de estraerse. El carbon mal apagado se conduce á una era próxima al horno, á donde se estiende y remueve con un rastrillo, lo que basta para que se apague por sí mismo sin necesidad de emplear el agua que le reduciria á polvo; sin embargo, es bueno tener á mano este líquido para sumergir en él uno á uno, los carbones en que se observen algunas manchas blancas que indican estar aun aquellos puntos en ignicion.

575. Podria temerse que el obrero que se introduce en el horno asi que éste se descubre, corriera peligro de asfixiarse; pero M. de la Chabeaussiére asegura que durante dos años de contínuas operaciones no ha observado ningun accidente de este género.

Cuando el horno se ha descargado se carga de nuevo y durante la combustion de unos se descargan otros. Cinco obreros son suficientes para los contínuos trabajos de los ocho hornos de que se compone el establecimiento de M. de la Chabeaussiére.

El producto anual de estos ocho hornos ha sido de 20 por 100. En efecto, se han obtenido para

5000 steres (89954,5000 fanegas de leña de encina pesando.........1,250000 kilóg. (2725000 lib.)
1600 hectólitros (28785,44000 fanegas de carbon, pesando.............250000 kilóg. (545000 lib.)
1000 toneles de ácido acético impuro, pesando....223500 kilóg. (487230 lib.)

Este ácido rectificado ha producido por cada tonel 13 á 14 kilóg. (28,34 á 30,52 lib.) de ácido acético, incoloro, inodoro, á 8 grados del areómetro de Beaume, ó bien 19 kilógramas (40,42 libras) de acetato de plomo muy blanco, y bien cristalizado en agujas.

El gasto de construccion de cada horno es de unos 1600 reales, 1500 para la cubierta, y lo restante para el horno. En el caso de tener que cambiar de sitio no habrá otra pérdida real que la del horno, para el cual los gastos de conservacion son casi nulos, pudiendo los obreros repararlos por sí á medida que sucedan las degradaciones. No se ha hecho entrar en esta evaluacion el gasto del aparato de condensacion para los ácidos, que una vez construido es facil su trasporte sin grandes gastos.

576. Se observa que por el procedimiento de M. de la Chabeaussiére se obtienen sobre los métodos ordinarios las ventajas siguientes:

La cantidad de carbon obtenida es mucho mayor y de mejor calidad, la operacion mas facil de conducir y de observar; hay ademas economía de tiempo para la carga y descar-

ga del horno ; el carbon es mas facil de recoger y no sale mezclado con tierra ni otra impureza ; los tizos son muy raros, los aparatos sencillos, poco costosos de establecer, y exigen poco gasto para su conservacion ; en fin , puede ademas recogerse ó no, segun convenga los productos volátiles.

577. En los procedimientos descritos hasta aqui, los hornos destinados á operar la carbonizacion y á recoger los productos accesorios de la operacion, son establecidos en corto número , y por lo tanto insuficientes para producir las grandes masas de carbon que se consumen en las ferrerías y otros establecimientos. Por esto mismo, un objeto tan interesante debe estimular la atencion, particularmente en los paises ricos en leña y hierro , como la Suecia y la Francia. El objeto se ha llegado á conseguir plenamente por un procedimiento de carbonizacion en unos grandes hornos inventados por M. Schwartz, cuya descripcion ha dado el baron de Ankarsrœrd, despues de haber construido uno segun las instrucciones y bajo la direccion del inventor. (An. de minas, t. XII, p. 327.)

En la lámina 15 podrá tomarse una idea exacta de la forma y principales disposiciones de este horno.

FIG. 1. Plano del horno y de sus accesorios.

FIG. 2. Corte del horno segun la línea *gg*.

FIG. 3. Corte del horno segun la línea *cc*.

En la reunion de estas figuras se distinguen los objetos siguientes : *aa* , espacio á donde se carboniza la leña ; *bbbb*, aberturas por donde se introduce la leña y se retira el carbon; *cc*, fogones; *dd*, aberturas por donde pasa el humo, el ácido piro-leñoso, el aceite y la brea; *ee*, tubos de recodo por donde corre la brea sin que el aire pueda introducirse en el aparato; *ff*, vasos que reciben la brea; *gg*, tubos que condu-

cen el humo, el ácido piro-leñoso y el aceite á los canales de madera *hh*, y de alli pasa el gas á la chimenea; *hh*, canales destinados á recoger el ácido piro-leñoso y el aceite; *ii*, chimenea; *k*, pequeña abertura por donde se enciende el fuego para establecer una corriente de aire en la chimenea.

578. Se advierte que este horno consiste en una bóveda cerrada en sus dos estremos por unos muros verticales perpendiculares á su ege. El suelo interior está inclinado, y forma una canal hácia el medio de la longitud de los costados, á fin de facilitar la caida de la brea á los tubos de fundicion de hierro. A cada estremidad del horno se hallan dos fogones por los cuales se enciende la leña; por estos mismos puntos penetra el aire atmósferico en el aparato. Una de estas estremidades solamente presenta dos aberturas en el medio y otras dos en los rincones; las cuatro sirven para introducir la leña y retirar despues el carbon. El humo sale por dos tubos de fundicion colocados al nivel del suelo en el medio de los costados largos. Desde alli es conducido por otros tubos de la misma sustancia á unos canales que le llevan á la chimenea.

579. Las paredes son construidas de arena y arcilla; no debe entrar en ellas la cal, porque seria atacada por el ácido que se desprende durante la operacion. El menor descuido con respecto á este punto tendria graves inconvenientes, podria ocasionar la introduccion del aire en medio del carbon, lo que causaria una pérdida segura. La bóveda del horno se desquebraja algunas veces; en tal caso se tapan con cuidado todas las aberturas que se forman, bien sea durante la carbonizacion, bien despues del enfriamiento del aparato.

Lo que distingue particulármente este metódo de carbonizacion, es que el aire no puede entrar en contacto con la leña, sino despues de haber atravesado los fogones, á donde pierde

su oxígeno. En efecto, cuando la leña está colocada en el horno se enciende otra leña en los fogones; y no conduciéndose el aire directamente sobre la leña que se ha de carbonizar, todo el oxígeno que aquel contiene se consume antes de llegar al fondo del horno.

580. Para llenar el horno se introducen desde luego los pedazos mas gruesos, se colocan en sentido de la longitud de aquel, en seguida se introducen los pedazos mas pequeños que se hacen descansar sobre los primeros poniendo toda la cantidad posible hasta llegar á la bóveda. Cuando se aproxima á las chimeneas, se separa la leña un poco mas, á fin de facilitar la circulacion de los gases. Por lo demas, bien se advierte que hay la ventaja de acumular la mayor cantidad posible de leña en el horno. Para el fuego que ha de operar la combustion se emplea la leña menuda, porque produce mas llama y calienta con mayor prontitud.

La esperiencia hace ver que bastan dos chimeneas para el tiro del aire. La capacidad del horno es de 169 metros cúbicos (7812,2785 pies cúbicos).

Cuando el horno está lleno y bien cerrado se enciende el fuego; en este trabajo se emplean tres obreros ; de modo que ocupan un dia y una noche en alimentar la combustion hasta que el humo aparece de un azul claro; esta es la señal de que toda la leña se halla carbonizada, y ya no se manifiesta á esa época ni ácido ni brea. Entonces se cierran herméticamente las chimeneas tapiándolas, y se tapan los tubos con tapones de madera guarnecidos de arcilla. Al cabo de dos dias se abren dos pequeños orificios que hasta entonces han estado cerrados exactamente , y se introduce cierta cantidad de agua sobre el carbon para apagarle , y se cierran inmediatamente estos orificios. Tres ó cuatro dias despues se abre la puerta

por donde se ha cargado la leña, se vuelve á echar otra porcion de agua y se cierra. Luego que los tubos estan enteramente frios se estrae el carbon; si aun se advierten algunas partes candentes, se apagan con agua; pero será dificil los primeros dias el apagar el carbon con el agua sin introducir aire al mismo tiempo, lo que ocasionará un consumo considerable, por la combustion que se producirá. Por esto hay que proceder como se ha indicado, y aguardar á que toda la masa se haya enfriado para estraer el carbon.

581. El horno ha costado 2900 francos, su capacidad es como hemos dicho de 169 metros cúbicos (7812,2785 pies cúbicos). Se han hecho seis esperimentos, habiendo empleado en cada uno 128 metros cúbicos (5286,9920 pies cúbicos) de leña de abeto, de la cual solo se han carbonizado 125; la operacion de cargar el horno ha durado dos dias; el fuego se ha mantenido en los fogones por espacio de otros dos y han consumido 13 metros cubicos (600,9445 pies cúbicos) de leña de ramas ó el equivalente en haces á cerca de $\frac{1}{10}$ de la leña carbonizada.

Se ha obtenido:

91 metros cúbicos de carbon....	4206,6115	pies cúbicos.
67 kilógramas de brea...........	146,06	libras.
6600 kilógramas de ácido piro leñoso impuro................	14,388	libras.
511 kilógramas de acetato de cal seco	1113,98	libras.

El trabajo y el enfriamiento del horno han durado de nueve á treinta y tres dias. Las ventajas de este procedimiento pueden espresarse de este modo:

	Horno.	Pilas ordinarias.
Leña carbonizada y quemada en volúmen..........................	100............	100
Carbon obtenido en volúmen.....	65............	50

No siendo las densidades enteramente las mismas, no se pueden comparar bien los pesos; pero la ventaja en favor del horno no puede quedar dudosa. Este mismo juicio ha formado la sociedad de maestros de forja en Suecia.

582. Volvamos sobre la reunion de estos procedimientos y reasumamos las condiciones en que cada uno de ellos merece la preferencia.

Pueden presentarse tres casos: 1.°, aquel en que la fabricacion del carbon es una accesoria de la fabricacion del ácido acético; 2.°, aquel en que puede obtenerse con facilidad estos dos productos; 3.°, en fin, aquel en que el gasto de carbon del pais es muy grande y la purificacion del ácido difícil de ejecutar.

La primera de estas condiciones solo exige un sistema de aparato que describiremos en la historia del ácido acético. La segunda permite escoger entre los aparatos de M. de Foucaud, de M. Baillet y de M. Schwartz. El primero de estos debe preferirse cuando la esplotacion de la leña no permita una pila fija. El segundo será preferido á su vez, si la leña puede trasportarse sin grandes gastos, y no siendo resinosa. En fin el tercero convendrá para la leña resinosa solamente, porque la brea que suministra no debe destilarse, sino reunirla por medio de su fluidez como lo ha practicado M. Schwartz. Por lo demas es evidente que este procedimiento no convendrá sino en el caso en que la leña pueda trasportarse con facilidad hasta el horno.

En fin, el caso mas frecuente es aquel en que las pilas de-

ben trasportarse de sitio en sitio, para evitar los gastos de trasporte de la leña, ó en otros términos cuando la venta de los ácidos y de la brea no pueden compensar la diferencia de precio entre el trasporte de la leña y el del carbon. En estas circunstancias solo puede elegirse entre las pilas simples y las de abrigo movibles.

No queda duda que estas últimas pilas son preferibles; pero cuando son de grandes dimensiones, su trasporte se hace muy incómodo y costoso. Esto es lo que sucede en la preparacion del carbon que se emplea en las forjas. Se ha dicho muchas veces que el carbon destilado no convenia para estos establecimientos, y esto es un error. Lo que no les conviene es el precio de los aparatos destilatorios, cualquiera que sean, y la dificultad de su trasporte. Entre todos los aparatos imaginados hasta el presente, el de M. Foucaud es el único que realiza mejor las condiciones necesarias para el servicio de las grandes pilas.

583. Es evidente que todas las perfecciones que se hayan de hacer en la fabricacion del carbon deben recaer sobre el método de las pilas, que es el único generalmente aplicable. El punto principal de estas mejoras consiste en hacer la marcha de la operacion mas independiente del cuidado de los obreros. En esto únicamente consiste la diferencia entre la destilacion y la carbonizacion en pilas. Por el primer procedimiento con el menor cuidado se obtendrá siempre carbon en la cantidad que puede esperarse; por el segundo los obreros mas instruidos no pueden responder del resultado sino con mucha dificultad.

Por otra parte, es sumamente dificil el marcar reglas generales para seguir el procedimiento de las pilas. Que puede decirse, en efecto, para un horno en que se cambia á cada

operacion el suelo, las paredes, la esposicion, las condiciones del tiro, etc. ¿Buscar una marcha regular y productiva en medio de tantas dificultades, es proponer á la física de las artes uno de los problemas mas notables que puede resolver.

Sin embargo, representándose bien la marcha de la operacion se advierte que el método que debe seguirse consiste en poner el fuego por la parte de abajo y sobre la mayor superficie posible, establecer la corriente de aire en *m n p*, (fig. 7) segun el eje, hasta que las partes superiores de la pila estén á punto de ponerse candentes; en cerrar á este tiempo la chimenea *n* y abrir las salidas en los puntos *aa* de distancia en distancia al rededor de la pila, y el tiro se hará en los puntos *p m a*. Estas salidas se cerrarán á su vez y se abrirán otras nuevas en *b*, y á continuacion en *c* y en *d*, para dar sucesivamente al tiro del aire la direccion *p m b*, *p m c*, *p m d*, de manera que pueda carbonizarse sucesivamente y por zonas la pila en todas sus partes, primero hácia el eje y despues hácia la circunferencia.

No tengo noticia de que se haya ensayado nunca el invertir el sentido de la corriente del aire, estableciéndole en *n m p* por medio de tubos que partan desde *p* y se reunan en una chimenea comun. Por este medio se tendria la ventaja de que el calor desprendido por la combustion de la leña colocada en *n* se utilizaria completamente porque tendria que atravesar toda la leña que compone la pila.

Es evidente, en efecto, que el problema que se trata de resolver puede sentarse de este modo: utilizar para la carbonizacion todo el calor que se desprende por la combustion.

En una pila en que no se perdiera el calor se obtendria todo el carbon, lo que esplica la ventaja de las pilas grandes sobre las pequeñas; y en este punto no es posible detenerse

demasiado en ligeras modificaciones de temperatura, porque las masas de vapor de agua que se desprenden, las de gas que se forman y las de aire que pasan al aparato son tan grandes, que el mas ligero esceso de calor que pueda dárseles será causa de una gran pérdida.

Nada impedirá en el sistema que propongo dar de *m* á *p* una inclinacion conveniente al suelo de la pila para reunir por corriente el agua, la brea y el ácido acético en un depósito colocado debajo de tierra, y al cual vayan á tocar los tubos que salen de la pila.

584. Partiendo siempre del mismo principio se llega á esta consecuencia, que los aparatos destilatorios pueden aplicarse con la misma ventaja á las masas pequeñas que á las grandes, mientras el procedimiento de las pilas es tanto menos ventajoso cuanto menor es el volúmen de estas, como se prueba por la comparacion siguiente:

	Carbon obtenido por 100 de leña en volúmen.
Pilas de uno ó dos cuerpos....	25 á 30
Id. de tres ó mas................	30 á 34
Horno de La Chabeaussiére...	32
Destilacion.......................	48

A estos resultados es necesario añadir los siguientes, que no se les puede comparar no sabiendo con certidumbre el estado real de desecacion ó de densidad de la leña empleada.

Horno de Brunè..................................	75
Id. de Schwartz..................................	65
Grandes pilas del Norte, donde se carboniza la leña en cachos..................................	50
Id. de Carinthie, donde se carboniza pino, abeto y cedro en troncos muy gruesos....	71 á 80

585. Es algunas veces muy difícil comparar los diversos procedimientos de carbonizacion faltos de datos sobre el peso de la leña empleada y el del carbon obtenido. Anteriormente hemos dado ya algunas noticias sobre el peso del metro cúbico de las principales leñas; espondremos aqui algunos resultados análogos para los carbones.

Peso del metro cúbico.

Carbon de encina y de haya.	140 á 250 kilóg.	(305,20 á 545 libras.)
id. de abedul...............	120 á 230........	(261,60 á 501,40 lib.)
id. de pino..................	100 á 110........	(218 á 239,80 lib.)

Observemos siempre que el carbon producido por una leña que ha vegetado sobre la calcárea, pesa mucho menos que el que proviene de una leña criada en terrenos silicosos ó arcillosos; por lo demas, todas las circunstancias son iguales. Los pesos pueden variar en la relacion de 2:3 y casi de 1:2 por esta sola circunstancia; lo mismo sucede sin duda alguna con respecto á las leñas.

Reunamos, en fin, á todo esto que durante la carbonizacion un tronco que tiene 3 pies de longitud y 12 pulgadas de circunferencia se reduce 3 pulgadas de su longitud y 4 de la circunferencia. De suerte que la dimension en uno y otro sentido son como 4:1, y el volúmen de la leña es al del carbon como 27:11. Esto espresa bastante bien el resultado general de la carbonizacion de la leña de Francia, pero las leñas resinosas del Norte hacen evidentemente escepcion de esta regla, y debe evitarse en lo general toda comparacion entre los productos de estas y los que se sacan de las leñas ordinarias.

CAPITULO III.

TURBA.—CARBON DE TURBA.

586. Se da el nombre de turba á una materia algo morena, ligera, áspera, esponjosa, formada de vegetales entrelazados que se dejan reconocer, pero descompuestos ya en parte y mezclados con tierra.

Entre los combustibles de que puede hacerse uso con provecho en las artes, el que nos ocupa merece una gran atencion á causa de su abundancia en algunas localidades. Mayor seria aun el interés que debiéramos fijar en esta materia si su facil reproduccion, que no parece dudosa á varias personas, estuviera bien demostrada.

Las masas de turba mas importantes son las que estan formadas por la variedad conocida bajo el nombre de *turba de los pantanos*, lo que indica á la vez su situacion y su orígen. Efectivamente, la turba se encuentra en capas mas ó menos gruesas en los terrenos pantanosos que han servido en otro tiempo ó sirven todavia de fondo á los lagos de agua dulce. Estas capas estan colocadas horizontalmente; algunas veces se manifiestan á la superficie, pero otras muchas se hallan cubiertas por un lecho de arena ó tierra vegetal, cuyo espesor rara vez pasa de algunos pies. La masa de turba está algunas veces dividida en diversos lechos por depósitos delgados de limo, de arena ó de conchas fluviales. La estension de los depósitos de turba varía mucho, y esta estension depende principalmente de la del agua en que ha tenido su orígen. En Holanda se encuentran estensiones considerables de esta sustancia en algunos puntos y en los valles de las altas

montañas, tales como los Alpes y los Pirineos, solo se encuentran algunas que tienen á lo mas veinte ó treinta pies de diámetro. El espesor de las capas de turba no varía menos; algunas veces es tan delgado que apenas tiene de tres á cuatro pies, mientras en Holanda asciende con frecuencia á treinta.

587. El orígen de la turba no es equívoco, no cabe duda que este cuerpo es el resultado de la alteracion de las grandes porciones de vegetales depositados despues de su muerte en el fondo de los pantanos ó de los lagos, á donde estan mezclados con el limo y las plantas acuáticas que crecen alli. Basta haber observado la espesura de las gramíneas que guarnecen los fondos de los pantanos y demas terrenos cenagosos y encharcados para comprender la formacion de la turba. Estos lechos aumentan cada año de espesor, y los vegetales que se desenvuelven en ellos, concluyen por hallarse á gran distancia de la superficie, de que son separados por una capa espesa de despojos de otras plantas y de raices entrelazadas. Unas masas semejantes, pero mas espesas todavia sumergidas bajo un depósito terroso han debido por su lenta descomposicion dar orígen á la turba. Sin embargo, no todos los pantanos presentan esta materia, lo que manifiesta que su produccion exige vegetales particulares y circunstancias á propósito. En fin, solo tenemos datos muy vagos sobre su reproduccion en el sitio en que se encuentra, de suerte que puede muy bien hacerse dudosa, y aun creer que la turba ha sido formada bajo condiciones que ya no existen.

588. La esplotacion de los depósitos de turba se ejecuta con mucha facilidad; sus capas estan siempre muy superficiales, se las descubre, y la turba se separa despues por diversos medios. Las capas superiores se distinguen de las que

estan mas profundas. Las primeras que son muy fibrosas y estan compuestas de vegetales distintos entrelazados, llevan el nombre de *boucin*. Las otras compactas y formadas de vegetales casi enteramènte descompuestos y desfigurados, producen la *turba limosa*. Esta es mas estimada que la primera, por lo cual se esplota con mayor cuidado; por otra parte aquella es menos pesada tambien. Para estraerla se corta con la azada ordinaria, se divide groseramente en ladrillos de grandes dimensiones que se dejan secar al aire y al sol. En los depósitos de turba en Francia se esplota de otra manera la turba limosa. Cuando por la estraccion de las primeras capas se descubre la turba de esta especie, se corta en ladrillos grandes por medio de una azada particular llamada *laya*, que tiene una oreja cortante y doblada en ángulo recto sobre la pala principal. Estos ladrillos se secan como los anteriores esponiéndolos al sol y al aire. La laya lleva algunas veces dos orejas cortantes, otras, estas orejas estan reunidas por medio de una lámina de hierro que da al instrumento la figura de una caja rectangular abierta en los dos estremos (An. de Minas. T. XXXII, p. 264).

Cuando la turbiera ó depósito esta inundada es necesario hacer uso de una pala particular, por cuyo medio se estrae la turba en forma de gacha que se coloca desde luego en un terreno ligeramente inclinado para que pueda espesarse despues de haber escurrido el agua. En seguida se divide en ladrillos como de ordinario por medio de moldes de madera. An. de minas. T. XXXII, p, 241.)

589. Tales son los procedimientos seguidos en las turbieras de Francia, de Alemania y de la mayor parte de los otros paises. Los que se practican en Holanda difieren en muchas cosas, y son bien conocidos por la cuidadosa descri-

cion que ha dado M. Dejean (An. de Quí. t. XXXIV p. 225). Tomaremos de su memoria los detalles necesarios para la inteligencia de esta clase de esplotacion. El bouzin y todas las variedades de turba que se aproximan á esta, se esplotan siempre por medio de las layas, y se amoldan groseramente; pero la turba limosa se esplota de una manera particular; esta será la única de que nos ocuparemos aqui.

Luego que se descubre el lecho de turba, se procede á la estraccion empleando desde luego la laya, y despues una pala á propósito. Las palas que ordinariamente se emplean en Francia para este uso estan formadas por una especie de cubo de hierro: las de Holanda son preferibles con mucho. Estas consisten en un simple anillo de hierro, cuyos bordes son cortantes, y su grueso esta atravesado por un número de agujeros suficientes para recibir las cuerdas principales de una especie de red ó saco que forma la parte de abajo. Por medio de este instrumento puede el obrero reunir mayor cantidad de turba efectiva sin necesidad de estraer el agua. La vierte en una cubeta, y allí la amasa un obrero, despues de haberla despojado de todos los restos groseros de vegetales y añadido la cantidad de agua necesaria para formar una pasta que revuelven bien con una batidera. Cuando esta masa está bien formada, la vierte en una area de doce á treinta pies de ancho sobre una longitud que varia segun la disposicion del local, y se forma una capa de trece pulgadas de espesor. Esta capa se mantiene por unas planchas que limitan la area y forman de este modo una especie de artesa. El agua escedente se corre ó infiltra por la tierra, ó bien se evapora. Para evitar que la turba se incruste en la tierra y adhiera á ella, se tiene la precaucion de formar un lecho de heno y apretarlo bien con los pies, antes de verter la turba amasada. Esta masa de turba

se estiende con unas palas, y se aprieta con un pison para darla un espesor y una consistencia uniformes. Al cabo de algunos dias cuando la turba ha tomado algun cuerpo por causa de la evaporacion y filtracion del agua, andan por encima una porcion de mugeres y muchachos llevando en vez de calzado unas planchas de seis pulgadas de ancho por trece á catorce de largo, atadas á los pies á manera de patines. Este pisamiento aprieta la turba, da consistencia á la masa y hace desaparecer todas las grietas que se habian formado. Esta operacion no termina hasta que la turba ha adquirido la densidad suficiente para poder andar sobre ella con el calzado ordinario sin hundirse. Entonces se acaba de apretar por medio de palas largas, y se concluye por reducirla á un espesor uniforme de ocho á nueve pulgadas.

Concluida la operacion anterior se traza sobre su superficie, por medio de unas reglas largas unos cuadrados de cuatro pulgadas y media á cinco por cada lado. Siendo la altura de la capa de ocho pulgadas se advierte que dividiéndola segun esta traza, se tendrán unos ladrillos de ocho pulgadas de longitud por cuatro ó cinco de ancho y otros tanto de espesor.

590. La division de estos ladrillos se efectúa por medio de un instrumento de hierro que termina en un ángulo muy abierto semejante á un cuchillo, cuya parte superior fuera muy gruesa. La turba se corta en el sentido de la traza haciendo varias calas desde luego para examinar su estado de desecacion, ó para facilitar esta, y á medida que se efectúa se termina la division. Concluida esta operacion se abandonan los ladrillos de turba á sí mismos para que tomen mas consistencia. En fin, unos obreros con las manos cubiertas de cuero para evitar el frotamiento levantan todos los ladrillos de las filas impares, y los colocan al través sobre los de las filas pa-

res que estan de punta. Al cabo de algunos dias se levantan y se colocan á la inversa, es decir, los de las filas impares de punta y los otros atravesados sobre estos. Esta operacion basta para que la desecacion se termine por sí misma en poco tiempo, al cabo del cual se almacenan los ladrillos.

No deben almacenarse de ninguna manera hasta que la desecacion sea perfecta, porque de lo contrario podrian fermentar y calentarse hasta el punto de encenderse.

591. Para entender cuales son las circunstancias que convienen mejor al empleo de la turba, es necesario tomar una idea mas exacta de su composicion. Esta sustancia da por la destilacion los mismos productos que la leña, pero en proporciones diferentes. Klaproth ha obtenido de la turba del condado de Mansfeld:

1.º Productos sólidos, 40,5....	20,0	carbon.
	2,5	sulfato de cal.
	1,0	peróxido de hierro.
	6,5	alumina.
	4,0	cal.
	12,5	arena silicea.
2.º Productos líquidos, 42,0..	12,0	agua cargada de ácido piroleñoso.
	30,0	aceite empireumático moreno cristalizable.
3.º Productos gaseosos, 17,5.	5,0	ácido carbónico.
	12,5	óxido de carbono é hidrógeno carbonado.
	100,0	

Reunamos á estos productos el acetato de amoniaco en

pequeña cantidad, pero muy notable en ciertas turbas; su orígen puede atribuirse á los restos de algunos animales que vivieron en los pantanos en que se formaron aquellas materias.

Las cenizas de las turbas son un poco alcalínas, pero es la cal y no la potasa quien las comunica esta propiedad. Por lo demas las relaciones que indica este analísis, deben variar singularmente en razon de la naturaleza de las turbas y de su orígen. Se observa siempre que haciendo abstraccion de 20 partes de cenizas, debidas aqui á la mezcla del limo de los pantanos en que se ha formado la turba, las 80 partes de materia combustible dejan al poco mas ó menos tanto carbon como la misma leña. La principal diferencia resulta de la mayor cantidad de materia oleosa que suministra la turba; pero esta diferencia no es constante en todas las turbas.

592. Segun lo que precede, podria creerse que la turba difiere poco de la leña; pero los ensayos de Klaproth no permiten dudar un solo instante, que casi la totalidad de las partes combustibles de la turba consisten verdaderamente en *ulmina*; esto es lo que resulta de los esperimentos mas recientes de M. Braconnot, sobre la turba de Francia. Esta ulmina está probablemente en parte, al estado de ulminato de cal en la turba ordinaria. Casi toda la materia combustible de la turba se estrae de este compuesto por los alcalís cáusticos en disolucion fria, y resultan unas disoluciones morenas de ulminatos alcalínos.

593. La turba amoldada en forma de ladrillos, se emplea inmediatamente como combustible en muchos paises. Cuesta algun trabajo el establecer su combustion; pero una vez determinada continúa tranquilamente produciendo mucha llama. El olor desagradable que exhala este combustible, ha limitado su empleo en la economía doméstica, un fogon bien

construido puede muy bien corregir este defecto. En los paises desprovistos de leña, sin embargo, se hace casi enteramente el consumo necesario por los pobres y los fabricantes. Estos las aplican ventajosamente en las evaporaciones, en la cocion de la cal, de los ladrillos, tejas, y aun de los vasos terrosos barnizados. Estos últimos exigen algunas veces, un fuego algo activo para fundir el barniz, y en este caso terminan la cocion por medio de la leña. Se admite generalmente que entre todos los combustibles, la turba es la que produce una temperatura mas igual y constante. Es evidente que una vez encendida se quema en su totalidad sin necesidad de atizarla como á la ulla, y sin producir una llama tan viva como la leña.

La turba de buena calidad produce tanto calor como la leña en igualdad de peso, es decir, la mitad menos que la ulla. Segun M. Peclet, el calor radiante que se desprende durante su combustion, es mayor que el que se desenvuelve en la combustion de la leña.

594. *Carbon de turba.*—La mayo parte de los inconvenientes que se presentan en la turba desaparecen cuando se carboniza. El carbon que se obtiene se hace á propósito para una multitud de usos á que no puede aplicarse la turba natural, es decir, para calentar las habitaciones y para algunas operaciones metalúrgicas. Segun lo que acabamos de decir sobre los productos que da por la destilacion, es evidente que los procedimientos de la carbonizacion de la leña pueden aplicarse igualmente á la turba. El procedimiento de las pilas no puede en la turba tener buen resultado. Esta sustancia al carbonizarse disminuye de volúmen considerablemente. Las masas se aflojan, cambian de posicion y se forman una multitud de cavidades en la chimenea, quemán-

dose por esta causa una gran parte de la turba. Sin embargo, en el Norte se sirven de este procedimiento ; pero no hay duda de que la destilacion tiene mucho mejor éxito. Los ensayos que se han practicado para este objeto han sido hechos por M. Thillaye-Platel (An. de quím., t. XLVIII, p. 129) en 1786, y tienen de notable que su autor ha beneficiado el primero, ó al menos al mismo tiempo que M. Lebon, los gases producidos por la destilacion como combustible en el horno en que se carboniza. El aparato que emplea no difiere esencialmente de los que se aplican para la carbonizacion de la leña en vasos cerrados. Este aparato se compone de un cilindro de chapa de hierro colocado horizontalmento en un horno; este cilindro lleva un tubo de la misma materia ó de fundicion, que viene á parar á un tonel cerrado. Los líquidos quedan en el tonel y los gases vuelven á salir por otro tubo y se dirigen al horno donde se queman. La cantidad de estos gases es suficiente para efectuar la destilacion, una vez que esta haya dado principio. Estos ensayos han sido practicados sobre la turba de las cercanías de Gournai.

Han sido repetidos ademas por M. Blavier, ingeniero en gefe de minas, sobre las turbas del valle de la Vesle, cerca de Reims. (An. de minas, t. IV, p. 177.) El aparato empleado por M. Blavier es tambien semejante al que sirve para destilar la leña, solo que la retorta está vertical en vez de tendida como la otra.

Vamos á dar algunos detalles sobre los productos de estas esplotaciones. La turba de Vesle, empleada por M. Blavier, le dió en pequeño.

34,7	carbon y ceniza.
6,8	brea.
39,9	agua ácida.
18,6	diversos gases y pérdidas.
100,0	

Esta turba tratada en grande produce destilando 100 kilógramas (218 libras) á la vez 40 ó 41 kilóg. (87,20 á 89,38 libras) de carbon, en el cual se hallaban una porcion de cenizas que no fué determinada, pero que debe variar pára cada especie de turba. Este carbon se venderia en volúmen al mismo precio que el carbon de leña. A la verdad, se ha encontrado que produce mas calor y que tiene mayor peso específico. La turba de M. Tillaye le produjo en grande 38 á 40 por 100 de un carbon que dejó 15 á 16 partes de cenizas por su combustion. Es un punto muy importante el dejar enfriar el carbon completamente, porque algunas veces es pirofórico; es decir, que se inflama al contacto del aire.

595. Resulta de estos ensayos que no será ventajoso destilar las turbas, sino cuando sean de una calidad muy superior. Hay turbas que dejan en cenizas la mitad de su peso; estas es preciso desecharlas y preferir aquellas que produzcan la menor cantidad posible, es decir, la sétima ú octava parte de su peso. Esta masa considerable de materia estraña absorve inútilmente el calor durante la carbonizacion, y ocupa un sitio sin provecho alguno en los hornos de destilacion.

No es muy probable el que se pueda sacar mas ventaja destilando la turba en vasos metálicos. Si los ensayos de esta naturaleza pueden dar algunos resultados ventajosos será únicamente operando muy en grande y con aparatos poco costo-

sos, análogos al horno de M. Schwartz, y mejor tal vez en los aparatos de M. la Chabeaussiére. M. Blavier ha hecho uso hace mucho tiempo de un horno semejante al poco mas ó menos para este objeto. (An. de Minas, n. 2.)

Por lo demas, la ventaja de la carbonizacion de la turba no puede ser dudosa despues de los ensayos publicados por M. Blavier. Este carbon ha rivalizado bajo todos aspectos con el carbon de leña ; ha servido para soldar unas barras de hierro de un volúmen muy considerable , y aun ha parecido preferible al de la ulla ; se han servido de él con buen éxito en los hornos de ensayar y en los de fusion , teniendo siempre la precaucion de ensanchar las regillas para facilitar la caida de las cenizas , que son siempre abundantes. Este carbon se aproxima mucho al que producen las leñas densas. Bien pudiera emplearse para el uso doméstico del mismo modo que el cokc.

De cualquiera manera que se mire , la turba no deja de ser un combustible precioso en razon del bajo precio á que puede adquirirse, y de cuya circunstancia resulta un provecho considerable para las clases pobres , aun en los paises provistos de leña. Esta ventaja es considerablemente mayor en los paises poco provistos de arbolados como la Holanda.

596. Los principales depósitos de turba en Europa se encuentran en Holanda , en Wstphalie , en el Hanovre , en Prusia , en Silesia , en Suecia y en Escocia. En todos estos paises forma la turba depósitos inmensos.

La Francia está menos provista de esta materia. Las mayores turbieras que posee se encuentran en los valles de la Somme , entre Amiens y Belleville. No pueden evaluarse los productos anuales de esta esplotacion en los diversos puntos que se ejecuta de la Francia , pero es seguro que distan mu-

cho de ser tan elevados como pudieran por una esplotacion mas activa.

Ademas de las diversas memorias citadas en el curso de este capítulo, indicaremos una série de notas publicadas en el número segundo de los Anales de Minas, asi como una instruccion publicada en el número 6 del mismo diario. En ella se hallarán los mayores detalles sobre la carbonizacion, la combustion, los usos económicos de la turba, asi como la situacion de esta sustancia en Francia. A pesar de estar bien hechas estas disertaciones, exigen sin embargo que se consideren con precaucion, porque se han confundido verdaderas lignitas con las turbas propiamente dichas, confusion á la verdad de poca consecuencia para las aplicaciones, porque se ha tenido cuidado de distinguir las turbas piritosas, que son todas unas lignitas, de las otras que solo son las verdaderas turbas.

CAPITULO IV.

Combustibles fosiles.—Lignita.—Ulla.—Antrácita.

597. Despues de haber examinado las leñas de la naturaleza actual y las turbas que parecen deber su existencia á una modificacion de los vegetales de nuestra época, susceptible de efectuarse todavia en la actualidad, solo nos quedan por estudiar los combustibles fosiles.

La geología clasifica estas sustancias segun la época de su formacion, ó mas bien de su depósito en el seno de la tierra; vamos á demostrar que la química y las artes deben admitir tambien este órden de clasificacion, que ofrece los medios exactos de generalizar los caracteres mas á propósito á cada una de estas sustancias.

Despues de la turba que pertenece á los terrenos de alubion mas modernos, se encuentran descendiendo, diversos depósitos de lignita que pertenecen á los terrenos terciarios; otras lignitas se manifiestan tambien en las capas superiores de los terrenos secundarios, pero las capas inferiores de estos no presentan ninguna, y en su lugar ofrecen la ulla propiamente dicha. En fin, en los terrenos intermedios ya no se encuentra la ulla, pero si la antrácita.

Todas estas sustancias combustibles son, á no dudarlo, debidas á los depósitos de materias vegetales, y algunas veces de materias animales, que por una alteracion larga y profunda se han trasformado en diversos productos.

En un fenómeno de esta especie debe esperarse que se observarán ligeras variaciones de naturaleza entre estos diversos depósitos, y aun entre los depósitos de la misma formacion; esto es lo que sucede realmente, pero existe sin embargo una semejanza general entre los depósitos de la misma época geológica, que permite reconocer con bastante facilidad la antrácita, la ulla y las lignitas sin atender á su situacion en la tierra. Puede encontrarse muy bien antrácita y lignita en la ulla; puede encontrarse tambien antrácita y lignita que se aproximan mas ó menos á la ulla, pero estas son unas muestras que no representan la composicion general del depósito en que han sido recogidas.

Es necesario, pues, no perder de vista que si las materias designadas por los mineralogistas bajo los nombres de lignita, ulla y antrácita, son en su estado mas perfecto unas sustancias evidentemente distintas, pueden sin embargo encontrarse tantos cuerpos intermedios entre los precedentes, que se pasa de uno á otro por señales muy insensibles, bien se los considere bajo los caractéres físicos, bien se examine la

misma composicion. Estas materias en sus diversos estados, no pueden ser igualmente á propósito para los usos económicos, lo que exige que se forme una idea precisa, por una discusion detenida de sus propiedades. La ligacion que existe por otra parte, entre estos cuerpos nos obliga á estudiarlos comparativamente, y á confundirlos por decirlo asi en un grupo único.

Una corta descripcion es necesaria para fijar el valor de las palabras en tanto que se aplican á unas materias sobre las cuales todos están de acuerdo.

Seguiremos el órden que parece mas natural admitiendo que las ideas que se puedan presentar de la formacion de estos productos sean fundadas. Estudiaremos desde luego aquellos que mas se aproximan á la leña ordinaria, y concluiremos por aquellos que parecen consistir en carbon puro ó casi puro.

Lignitas.

598. Se designa bajo este nombre un combustible fósil que se presenta ya con un color moreno y una testura evidentemente leñosa, ya con el mismo color, pero sin apariencia leñosa, sino antes bien bajo una forma terrosa ó pulverulenta, ya con un color negro reunido á una testura leñosa tambien, ó ya en fin con este mismo color reunido á una fractura resinosa ó conchoidea sin apariencia leñosa. Las lignitas sometidas á la destilacion se conducen del mismo modo que la leña ó mas bien como la turba. Estas sustancias suministran carbon que contiene mas ó menos materias terrosas, agua cargada de ácido piro-leñoso y de amoniaco, brea, en fin, gas hidrógeno carbonado, óxido de carbono y ácido carbónico. Las cantidades deben variar segun las especies.

Mas adelante trataremos de la composicion real de las lignitas. Los detalles precedentes solo nos ofrecen un resultado general, y es que estas materias se conducen al fuego como las turbas esceptuando las variaciones que pueden resultar de la presencia de las materias animales.

La semejanza de las lignitas con las turbas se hace mas evidente por otros procedimientos. Lo mismo que estas, las lignitas se disuelven en la potasa, y coloran el licor en pardo, como hace la ulmina. Las lignitas destiladas dejan como las turbas un resíduo carbonoso, unas veces igual en la forma al pedazo que se somete al esperimento, y otras reducido á polvo. Estos dos caracteres no se hallan jamás reunidos ni en las ullas ni en las antrácitas.

Examinaremos las principales variedades de lignita.

599. *Lignitas deslustradas.* Bajo este nombre se encuentran todas aquellas que contienen cantidades bastante grandes de ulmina para que esta materia pueda mirarse como el principio característico. Estas lignitas se aproximan á las turbas. Algunas veces presentan la estructura fibrosa de los vegetales de una manera tan perfecta que se pueden determinar estos con toda certidumbre. Con frecuencia se observa que una descomposicion mas adelantada las ha trasformado en ulmina casi pura; entonces la estructura vegetal se halla destruida, y las lignitas no ofrecen sino una masa homogénea de aspecto terroso. Tal es la *tierra de sombra ó de colonia* que se estrae principalmente en Brülh en las cercanías de esta villa. Por una descomposicion y una alteracion mas adelantada adquieren estas lignitas una estructura schistosa y algunas veces un aspecto algo brillante. En este caso suelen venir acompañadas de piritas, y dan orígen á unas esplotaciones bastante importantes de sulfato de alumina para la fa-

bricacion del alumbre. Cuando contienen pocas piritas se emplean como combustible para las evaporaciones, la cocion de la cal, etc.

En Francia se encuentran depósitos mas ó menos considerables en la Soissonnais y el Laonais en el departamento de la Aisne. En Montdidier departamento de la Somme, en Santa Margarita cerca de Diepp, en Ruelle departamento de los Ardennes, en Piolenc cerca de Oranje en el departamento de Vancluse.

600. *Lignitas piciformes.* — Estas se aproximan mucho mas á las verdaderas ullas que las precedentes; tienen el color negro y el mismo brillo; su estructura es maciza algunas veces un poco schistoidea, su aspecto recuerda el de la resina ó el de la pez; por lo restante se distingue de las ullas bien caracterizadas, en que cuando se ponen en combustion arden sin hincharse, y aun sin que el carbon que producen cambie de forma. Estas lignitas se aproximan tanto á las ullas que los señores Voigt y Brongniart han colocado entre ellas la ulla conocida bajo el nombre de *cannel-coal* en Inglaterra que examinaremos mas adelante, y que posee en alto grado todos los caractéres de las mejores ullas.

Las lignitas piciformes producen muchas veces unos bancos poderosos y de una esplotacion muy facil. Las cercanías de Aix, de Marsella, de Tolon, de Vancluse, de Ruelle(Ardennes) presentan esta clase de bancos. Entre las numerosas localidades en que se encuentran las lignitas solo citaremos las de las cercanías de Vevey y de Lausanne Meissner en Hese, etc., etc. En todas partes estas lignitas reemplazan á la ulla en todos aquellos usos que no exigen las cualidades especiales de las ullas grasas.

601. En esta variedad de lignitas es donde se encuentra

el azabache. Nadie ignora que esta materia se esplota para objetos de adorno y de gusto; su estraccion y los procedimientos que se emplean para tallarlos merecen algunos pormenores.

Con el azabache se hacen diversos objetos de adorno labrándolo en forma de peras ó en granos mas ó menos gruesos tallados en facetas. Estos granos sirven para formar pendientes, collares, aderezos de luto, rosario, cruces, etc.

En Sainte-Colombe-sobre-Lers, departamento del Aude es á donde está concentrada esta fabricacion; en otro tiempo ofrecia en aquel punto una industria bastante considerable. Allí se trabajaba no solamente el azabache que producian las minas de este departamento, situadas entre Bugarach y los baños de Rennes, sino tambien el que se estraia de las minas de Aragon. Ya hace muchos años que fueron abandonadas las minas de aquel pais, y no se emplea desde entonces nada mas que el azabache español.

Para formar los adornos de azabache se empieza por reducirle á pedazos pequeños por medio de un cuchillo grueso. Desde luego se les da al poco mas ó menos á estos pedazos la forma que deben tener; en seguida se taladran en los puntos convenientes, y se tallan en facetas sobre una piedra de asperon colocada horizontalmente como la de los lapidarios, y mojándola sin cesar.

La faceta se produce colocando la pieza hácia la circunferencia de la piedra, en cuyo punto esta muy áspera, y *devora* (esta es la espresion tégnica) el grano de azabache. En seguida se pulimenta colocando la faceta hácia el centro de la piedra que está liso, y se mantiene en este estado por medio de un pedernal que se pasa de tiempo en tiempo ayudado de una fuerte presion. Se advierte que sin cambiar de sitio ni de útil

obrero talla y pule en seguida la misma pieza. Como el azabache es muy blando en comparacion de la piedra, se labra con facilidad; un obrero corta con el cuchillo en un dia de 1,500 á 4,000 piezas segun su grueso; los taladradores hacen de 3,000 á 6,000 agujeros por dia, y puede evaluarse en 15,000 el número de facetas que un lapidario puede hacer en el mismo tiempo.

Las obras de azabache tienen muy poca salida en Francia. La mayor parte se esporta para Alemania, Africa, Turquía, España y las colonias. Este comercio ha sufrido variaciones muy estrañas.

Asi los talleres de Santa Colomba estaban evaluados hace cien años en 250,000 francos (950,000 reales) cada año, y ocupaban 1,000 á 1,200 obreros.

En 1806 se evaluaban en 50,000 francos (190,000 reales) y ocupaban solamente 150 obreros.

En 1811 solo trabajaba una piedra, cuyo producto ascendia á 7,500 francos (28,500 reales), y no ocupaban nada mas que 15 obreros.

En la actualidad esta fabricacion debe estar casi perdida, porque los estados de las aduanas no indican esportacion desde 1822, época en que se hallaba ya en la mayor decadencia.

La variedad de lignita que se trabaja de este modo, no constituye unos depósitos particulares; se encuentra en nidos y aun en lechos interrumpidos en los bancos de lignita piciforme, y algunas veces tambien, pero no tan frecuentes, en las capas de lignita deslustrada y de lignita fibrosa. Se ignora si el azabache se encuentra indiferentemente en todos los depósitos de lignitas, ó bien si únicamente pertenece á algunas, cuya formacion datará de la misma época geológica.

En los Anales de Minas, nº 4, pág. 35 se encuentran al-

gunos detalles sobre los establecimientos y las minas de azabache del departamento del Aude.

Ullas.

602. De las lignitas á las ullas propiamente dichas hay geológicamente unas diferencias notables, pero químicamente el paso es insensible; esto se hará manifiesto comparando las lignitas que hemos enumerado en último lugar con las ullas que vamos á clasificar las primeras. Las ullas conocidas pueden dividirse en tres variedades. En general, las ullas no se disuelven en la potasa caústica, y dejan por la calcinacion en vasos cerrados un carbon mas ó menos cavernoso.

603. 1.° *Ulla seca.*—Esta ulla es de un color negro que pasa al pardo ó al gris; su fractura tiene poco brillo, se enciende con mucha dificultad, se calienta sin hincharse ni fundirse y arde con una llama azulada.

Esta variedad casi se confunde con la lignita piciforme; no se encuentra jamás en grandes masas, pero acompaña á la ulla grasa con frecuencia. Muchas veces se da el nombre de ulla seca á unas lignitas de la variedad piciforme.

604. 2.° *Ulla grasa.*—Esta es de un negro brillante, algunas veces irisada; su fractura tiene mucho brillo, es mas ligera que la precedente, mucho mas friable, se enciende con mucha mayor facilidad, y arde con una llama prolongada y blanca suministrando un humo muy denso; al quemarse se hincha mas ó menos, y entra en una especie de fusion pastosa.

Esta ulla no se encuentra jamás en los terrenos calcáreos, y no se ha observado sino en los de psammitas y schistos que constituyen el terreno ullero propiamente dicho.

605. 3.° *Ulla compacta.*—Hemos colocado en último lugar

esta variedad por ser mas rara que las precedentes. Su situacion no está bastante conocida para poder asegurar que no pertenece á las lignitas; aunque se diferencia de estas completamente, en que se enciende con facilidad, en que al quemarse se hincha mucho, y en que produce con mucha abundancia gas hidrógeno bi-carbonado y unas llamas muy largas y blancas. Esta ulla se puede tallar y pulir lo mismo que el azabache; su color es de un negro agrisado, su aspecto mate, su fractura conchoidea ó derecha con superficies planas; es ligera y resistente, pero no tiene la dureza del azabache.

Esta ulla se encuentra en el Lancashire, á donde ha tomado á causa de su llama larga el nombre de carbon candela, (*cannel-coal*). Esta es la *lignita candelaria* de M. Brongniart, que de acuerdo con M. Voigt considera á esta sustancia como una lignita. Pudiera llamársela ulla candelaria con tanta mas razon, cuanto que se consume casi enteramente para la fabricacion del gas del alumbrado en Inglaterra; pero el nombre de ulla *compacta* esplica muy bien su testura.

De esta ulla se hacen vasos y otros objetos de adorno; despues de tallada y pulida presenta un negro bastante hermoso.

Antrácita.

606. Ya hemos hecho mencion de este cuerpo (444) al ocuparnos del carbon puro. Parece, en efecto, que la antrácita no contiene sino señales insignificantes de hidrógeno y de oxígeno, lo cual esplica por qué es el mas difícil de quemar de todos los combustibles minerales. No produce llama ni humo, no se enciende sino con mucha dificultad, y cuando ha llegado á enrojecerse basta esponerla á una corriente de

aire demasiado rápida, para que se apague prontamente. De aqui proviene el nombre de *carbon de tierra incombustible*, que la han dado los obreros.

El siguiente analísis es de algunas antrácitas, y ha sido practicado por M. Hericart de Thrury.

Localidades.	Carbon.	Silice, alumina, óxido de hierro.
Clos de Chevalier, cerca de Allemont.	97,25.......	2,75
Venose, cerca de Oisans..............	90,25.......	10,75
Laval y Santa Inés....................	90,00.......	10,00
Las Rousses (comun de Huez).........	84,50.......	15,50
Lischwitz, cerca de Gera, círculo de Neustadt..............................	88,00.......	12,00

La dificultad que se esperimenta para determinar la combustion de la antrácita, es un obstáculo muy grande para emplear este cuerpo en la economia. Al ocuparnos de la esplotacion de las minas de hierro volveremos á tratar este punto. Es muy posible que la antrácita pueda utilizarse algun dia en los altos hornos, pero en todos los demas trabajos industriales, ó al menos en la mayor parte, su empleo será siempre poco practicable en razon de la elevada temperatura que exige este cuerpo para esperimentar una combustion completa.

En todo lo que vamos á esponer acerca de los combustibles fosiles haremos abstraccion de la antrácita.

Composicion general de los combustibles fosiles.

607. Entre todas las masas de este género existen sin duda unas relaciones generales, pero tambien existen esen-

cialmente algunas diferencias. Vamos á considerar desde luego la composicion elemental de los combustibles fosiles, segun el trabajo de M. Karsten. De cualquier manera puede tomarse la ulmina como tipo de composicion de ciertas lignitas; pero cualquiera que sea el orígen de las ullas, lo que es incontestable, es que no existe un cuerpo formado de elementos en proporciones definidas, al que pueda darse este nombre de una manera mas especial, y al rededor del cual puedan agruparse las numerosas variedades que se conocen. El leñoso presenta una variedad bien determinada; lo mismo debe suceder con las turbas y con la mayor parte de las lignitas; pero las ullas parecen variar singularmente y realizar todos los matices que marcan el paso de un cuerpo definido á un nuevo estado de agregacion muy distante del punto de partida y que no estará enteramente realizado.

Para convencerse de esto, basta echar una mirada sobre la tabla siguiente, que espresa los resultados obtenidos por M. Karsten. En esta tabla se ha hecho abstraccion de las cenizas, de suerte que los resultados indican la composicion de la parte combustible suponiéndola pura.

Composicion elemental de diversos combustibles fosiles y estado del cokc que suministran.

Combustibles fosiles ensayados.	Densidad.	Cokc para 100.	Estado del cokc.	100 partes de combustible puro contienen			Para 100 átomos de carbon.		Atomos de hidr. para 1000 partes de oxígeno.
				Carbon.	Hidrógeno.	Oxígeno	Atomos de oxígeno	Atomos de hidrógeno	
1. Ulla laminosa blanda, de Eschweller, pais de Aix-la-Capell	1,3005	81,06	Hinchada, muy inflada......	90,22	3,24	6,54	54	437	7965
2. Ulla laminosa blanda de Essen y Werden, Westphalie......	1,2757	79,69	id........	88,68	3,21	8,11	69	441	6356
3. Cannel coal....	1,1652	51,32	id........	74,83	5,45	19,72	199	886	4444
4. Ulla intermedia entre la ulla laminosa y la piciforme. Newcastte................	1,2563	68,68	Hinchada......	84,99	3,23	11,78	104	462	4402
5. Ulla schistosa pasando á la piciforme de Vellesweiler, pais de Serrebruck.........	1,2677	66,05	Un poco hinchada.......	821,5	3,23	14,62	146	479	3554

6. Ulla laminosa de Esen, mas dura que el número 2...........	1,3065	88,56	Coagulada.....	93,03	1,12	5,85	47	146	3070
7. Ulla schistosa compacta de Benthen. Alta Silesia............	1,2846	67,39	id........	78,89	3,22	17,89	171	498	2901
8. Leña fosil pasando al estado de lignita de Bruhl, cerca de Cologne............	»	47,88	Pulverulenta..	64,10	5,03	30,87	363	955	2620
9. Ulla de Essen laminosa, mas dura que el número 6......	1,3376	88,56	id........	96,60	0,44	1,96	23	55	2400
10. Lignita azabache pasando á la ulla piciforme de Utweiler, ribera derecha del Rin.	1,2081	70,75	id........	77,88	2,57	19,55	181	402	2114
11. Ulla schistosa de Brayenkoitz. Alta Silesia................	1,3098	58,62	id........	76,07	2,85	21,08	209	455	2171

608. ¿Como estan estos elementos asociados á la ulla? Esto es muy dificil de decidir en la actualidad. Los analísis precedentes nada pueden aclararnos con respecto á este punto, porque las ullas estan formadas evidentemente de diversas materias definidas, pero mezcladas en proporciones variables. No tenemos la menor duda de que las ullas contienen diversos carburos de hidrógeno que forman la mayor parte de su masa ; pero como estos carburos deben descomponerse por el calor, no será posible aislarlos sino por la accion de disolventes á propósito, tales como el aceite de naphta ó de trementina.

Se forma ordinariamente una idea general de la ulla, que me parece de todo punto inexacta. Se la considera como una mezcla de materia carbonácea análoga á la antrácita con una materia bituminosa. Esta composicion puede ser verdadera para ciertas lignitas que producen mucha brea en la destilacion , y que dejan por resíduo un carbon pulverulento , pero de ningun modo para las verdaderas ullas. La fusibilidad de estas , que se manifiesta por el carbon cabernoso que dejan, indica evidentemente que el carbon no está mezclado, sino mas bien combinado, y que hace parte realmente de una sustancia fusible, muy dominante en la composicion de las ullas.

Se apreciará la utilidad y verdad de esta observacion despues de haber examinado la parte del cuadro precedente, donde se advierte la relacion entre el estado del cokc y la composicion elemental de los combustibles ensayados.

609. En efecto , el resultado mas evidente de esta parte del cuadro, es que las ullas son tanto mas fusibles cuanta mayor es la cantidad de hidrógeno en esceso que contienen con respecto al oxígeno. Mas adelante observaremos que esta indicacion es mas general todavia, y no será tal vez inútil aña-

dir aqui algunos hechos que puedan probarlo. Cuando una materia orgánica contiene 48 por 100 de carbono ó mas, y el restante de oxígeno é hidrógeno en las relaciones convenientes para formar agua, puede ser fusible ó volátil; el azúcar, las gomas y el almidon se hallan en este caso. Cuando la proporcion de carbono pasa de 50 por 100, la sustancia no será fusible ni volátil sino en tanto que contenga al hidrógeno en cantidad superior que la necesaria para trasformar al oxígeno en agua. Todas las variedades de leñoso son infusibles; estan formadas de agua y carbono, conteniendo mas del 50 por 100 de este último. Los aceites, los éteres, las resinas, la cera etc., que contienen al hidrógeno en esceso, son por el contrario muy fusibles, y muchas veces volátiles, á pesar de contener de 50 á 90 por 100 de carbono.

Es evidente por estas indicaciones que ademas de la proporcion del hidrógeno relativamente al oxígeno, es necesario tener cuenta tambien de su cantidad absoluta; con respecto á las ullas y á los combustibles análogos, es preciso observar que si la cantidad absoluta de hidrógeno no asciende á 2 por 100 no debe de ningun modo esperarse que sean fusibles.

610. Probaremos inmediatamente que lo que mas importa considerar en las ullas es la relacion que existe entre el oxígeno y el hidrógeno. Por poco que se examinen los números de la tabla, se advierte que la cantidad de carbon varía de un modo escesivo. M. Karsten no ha encontrado ulla que suministre menos de 48 ni mas de 90 por 100 de carbon. Entre estos dos límites apenas se podria hallar un solo número que no fuera á propósito para espresar el producto en carbon de cualquiera ulla. Es por lo tanto imposible sacar de aqui un medio de clasificacion, pero como se advierten unas diferencias tan evidentes en la forma esterior de los carbones que se

estraen por destilacion ó cokces, pueden muy bien dividirse las ullas en tres clases principales:

1.° Las ullas de cokc hinchado ó abofellado.

2.° Las ullas de cokc coagulado.

3.° Las ullas de cokc pulverulento.

Luego en estas tres clases, como podemos asegurarnos por la tabla, el estado del cokc está esencialmente ligado con la relacion entre el oxígeno y el hidrógeno que existe en la ulla; de suerte que pueden establecerse las reglas siguientes:

1.° Una ulla de cokc muy hinchada, y por consecuencia muy fusible, debe contener cuando menos 3 por 100 de hidrógeno, y á lo mas la cantidad de oxígeno necesaria para trasformar á este hidrógeno en agua.

2.° Una ulla de cokc coagulada, y por consecuencia poco fusible, puede contener unas cantidades bastante variables de hidrógeno; pero cuando la proporcion pasa de 1,5 por 100, el oxígeno debe hallarse en cantidad tal, que pueda trasformar cuando menos los dos tercios del hidrógeno en agua.

3.° En fin, cuando las proporciones de oxígeno é hidrógeno se hallan al poco mas ó menos en las relaciones que constituyen el agua, la ulla será casi infusible y su cokc pulverulento.

La distincion de las ullas que se hinchan, y la de las que no tienen esta propiedad, está hace mucho tiempo establecida en las artes; estos dos combustibles se conducen muy distintamente: los prácticos han debido advertir bien pronto la grande influencia que estos caracteres ejercen sobre el uso que se hace de estas sustancias; y esta diferencia es tal, que las unas no pueden reemplazar á las otras. Se creia que las ullas que se hinchaban contenian menos carbon que las otras, pero la tabla precedente destruye este error, demostrando

que ciertas ullas solo dan al rededor de 50 por 100 de cokc pulverulento ó coagulado, mientras que las ullas de cokc abofellado, que rara vez producen tan poca cantidad, pueden suministrar al rededor de 80 por 100 de un carbon muy flojo é hinchado.

611. No basta, sin embargo, examinar el estado del cokc; es necesario tener cuenta ademas de su cantidad para hacer aplicaciones útiles de los análisis precedentes.

Las ullas de la primera clase serán las únicas convenientes para el alumbrado de gas, y se aplicarán tanto mejor para este uso, cuanta mayor sea la cantidad absoluta de gas hidrógeno que contengan. El cannel-coal ó ulla candelaria será, pues, la mejor para este objeto entre las ullas analizadas. Las de la segunda clase producirán siempre un éxito poco satisfactorio aplicándolas al mismo uso; en igual caso se hallan las de la tercera.

612. Con respecto á la aplicacion del calor es necesario distinguir muchos casos. Unas veces el calor debe ser próximo y fuerte; tal es el caso en que se aplican las ullas que deben servir para dar al hierro la calda sudante para poderlo soldar; estas no pueden encontrarse en la clase tercera sino cuando la cantidad de carbon que contengan sea considerable. Podrán hallarse en la primera y la segunda; las mejores serán aquellas que ocupen el término medio entre estas dos; entonces darán efectivamente bastante calor para ablandar al hierro hasta el punto conveniente, y este calor será sostenido. En general, la mejor ulla de esta clase será aquella que conteniendo una gran cantidad de carbono se queme sin causar mucha llama, de manera que produzca su efecto calorífico hasta el mismo punto de la combustion, y que dé ademas un cokc hinchado.

Cuando el calor debe producirse con llama, es evidente que las ullas de cokc hinchado serán las mejores; despues las de cokc coagulado, y por último, las de cokc pulverulento. En cada una de estas clases aquellas que contengan menos carbono serán preferibles á las otras; de suerte que una ulla de cokc pulverulento, muy rica en carbono, no podrá servir para este objeto, ó al menos será la peor de todas. En el caso contrario será necesario tomar el órden inverso.

613. Con respecto á la cantidad de calor que desenvuelve la ulla, se considera generalmente igual á la que producirian separadamente el carbono y el hidrógeno en esceso relativamente al oxígeno. De donde se sigue que puede muy bien establecerse el órden siguiente:

Ulla de cokc hinchado, muy hidrogenado.
Id. muy rica en carbono.
Ulla de cokc coagulado, muy rica en carbono.
Ulla de cokc pulverulento, muy rica en carbono.
Ulla de cokc coagulado, pobre en carbono.
Ulla de cokc pulverulento, pobre en carbono.

El cálculo demuestra que una ulla de mediana calidad análoga á los números 4 y 5 de la tabla, debe producir el calor suficiente para elevar la temperatura desde 0° á 100°, en una masa de agua de cerca de 60 veces su peso. Efectivamente:

	K.	Libras.	K.	Libras.
0,74 carbono..........		1,6132=58,4		127,312 agua elevada
0,01 hidrógeno		0,0208= 2,3		5,014 de 0° á 1000
0,13 oxíg. é hidróg. en la relacion para formar agua.		0,2834= 0,0		0,000
0,12 cenizas		0,2616= 0,0		0,000
1 Kil. ulla.........		2,1790=60,7		132,326 de agua elevadas de 0° á 100°.

El resultado por la esperiencia es al poco mas ó menos el mismo, porque en las fábricas se advierte que es necesario siempre al rededor de 1,7 de leña muy seca para reemplazar á 1 de ulla ordinaria. Donde se observa que 1 kilógrama (2,18 libras) de leña, 35 kilógramas (76,30 libras) de agua desde 0° á 100°, 1,7×35=60,5 kilógramas (131,890 libras), será la cantidad obtenida para una parte de la ulla, lo cual conviene con el cálculo. Esta relacion se confirma de otra manera, porque se halla tambien en la práctica que una parte de ulla es reemplazada por 2,3 de leña simplemente seca por su esposicion al aire. Luego esta leña contenia 25 por 100 de agua libre, su facultad calorífica solo, está representada por 26 de agua elevada á 100°, de donde se obtiene 26×2,3=59,8, lo que está de acuerdo tambien con el resultado precedente.

Por otra parte, Hassenfratz ha hecho esperimentos directos sobre este punto; y le han dado 57,4 á 71,5 para la cantidad de agua elevada de 0° á 100°, por una parte de ulla. Estas variaciones tienden á la proporcion de los principios combustibles y á la de las cenizas.

614. Es evidente que el mejor modo de juzgar la calidad de una ulla en fábrica, consiste en determinar por la esperiencia la cantidad de obra que se puede hacer con ella, en el mismo horno en que se ha de usar. Sin embargo, este ensayo exige todavia algunas precauciones que tienen sobre todo por objeto el hacer la combustion completa, el tiro activo y el evitar al mismo tiempo la introduccion de una masa inútil de aire en el horno.

Para llenar estas condiciones es necesario todavia recurrir á la tabla que tantas veces hemos citado. En efecto, una ulla de buen uso puede sin embargo no inflamarse sino con mucha dificultad; en este caso se halla la de cokc coagulado, y sobre todo la de cokc pulverulento, cuando sabemos por otra parte que son muy ricas en carbono. Para hacer el ensayo con semejantes ullas, es necesario tener la precaucion de empezar el fuego con una ulla facil de inflamarse, y no poner la otra hasta que el fuego sea muy activo. Aun algunas veces semejantes ullas no pueden emplearse solas, y producen sin embargo muy buenos resultados, mezclándolas con las ullas grasas que facilitan su combustion.

Por otra parte una ulla de cokc hinchado, que se ensaye sobre una regilla demasiado estrecha ó en cualquiera otra circunstancia que haga al paso del aire dificil, no producirá sino un efecto débil en razon de su estado pastoso, que obstruyendo las salidas del aire hará la combustion incompleta. En semejantes circunstancias no deberá ensayarse sino despues de haberla mezclado con una ulla de cokc coagulado ó de pulverulento.

En fin, al principio de la combustion los pedazos de ulla de cokc hinchado se pegarán desde luego, despues se harán pedazos ardiendo sin cesar, de modo que presentarán al aire un

carbon muy dividido, mientras que los otros no producirán este efecto. Esta circunstancia manifiesta que el estado de division influye poco en el empleo de las primeras, y mucho en el de las siguientes. Estas en pedazos demasiado voluminosos arderán muy lentamente, y en pedazos muy menudos caerá en su mayor parte al través de la regilla del fogon, porque no podrán pegarse unos á otros por la primera impresion del calor.

615. Hasta ahora hemos hecho abstracion de las cenizas; pero es preciso decir algunas palabras sobre este punto. Siendo la cantidad de las cenizas muy variable no puede apreciarse por los ensayos en pequeño, presentando generalmente la ulla una materia poco homogénea. En la combustion de las ullas en grandes masas se encuentra que el resíduo varia de 10 á 20 por 100. Este es uno de los elementos mas importantes para poder apreciar la ulla; en cuanto á la naturaleza de este resíduo varia muy poco. En él se encuentra silice, alumina, magnesia óxido de hierro, óxido de manganeso y sulfato de cal en cantidades variables. Esta composicion que se aproxima á la de las escorias de las forjas, esplica por qué las cenizas de la ulla estan siempre bajo la forma de escorias medio fundidas conocidas con el nombre de *escorias de hierro*.

M. Karsten que se ha ocupado tambien en investigaciones sobre la composicion de las cenizas de la ulla, ha buscado en ella inútilmente el iodo, el ácido fosfórico, el óxido de cromo y el ácido hidro-clórico libres ó combinados. Entre estos cuerpos el iodo y el ácido hidro-clórico debian hallarse en las ullas que se puede suponer han sido formadas á espensas de vegetales marinos. El ácido fosfórico deberia sobre todo acompañar á las ullas producidas por los vegetales terrestres. En cuanto al óxido de cromo, no se percibe bien como podria encontrarse en ellas.

616. Son muy raras las veces que no se encuentran algunas sustancias accidentales interpuestas en las fisuras ó cavidades de este combustible. El bi-sulfuro de hierro, el carbonato de este metal, el de cal, el sulfuro de plomo, el de zinc, el deutóxido de hierro, el sulfato de cal, y la arcilla son de este número.

Entre todas estas sustancias, el sulfuro de hierro es el que se halla con mayor frecuencia, y cuya presencia ejerce mayor influencia sobre el empleo de las ullas. Efectivamente, en el acto de la combustion, este sulfuro se trasforma necesariamente en ácido sulfuroso y en óxido de hierro, si la combustion es completa. Este ácido puede en ciertos casos ser perjudicial, aunque diseminado en un gran volúmen de aire. Por esta circunstancia al menos, pueden esplicarse los incómodos efectos de la ulla en algunas industrias *(Carmin)*. Cuando se destilan semejantes ullas se forman á la vez ácido hidro-sulfúrico y sulfuro de carbono que comunican á los gases propiepades incómodas *(véase alumbrado de gas)*.

617. La presencia del bi-sulfuro de hierro puede tambien ocasionar otros accidentes. En efecto, este sulfuro espuesto al contacto del aire húmedo, absorve el oxígeno de este, se trasforma en sulfato de hierro, y la accion puede ser bastante activa si las masas son voluminosas, para que la temperatura se eleve hasta el grado rojo. En este caso la ulla se inflama y ocasiona incendios mas ó menos violentos. Este fenómeno se presenta en algunas minas. Tambien se reproducen con frecuencia en los montones de ulla que se acumulan en los almacenes, cuando está húmeda al tiempo de encerrarla; pero entonces es facil remediar este accidente, porque basta remover la ulla para que se apague.

Cuando este incendio se produce en las mismas minas, y

la disposicion de los trabajos no permiten inundar aquel paraje, es muy dificil estinguir el fuego. Una multitud de hendiduras que se encuentran regularmente en el terreno, sirven para conducir el aire á la capa iaflamada; otras hacen funciones de chimenea, y al cabo de algunos dias se hace imposible el penetrar en la mina, ya sea en razon de la temperatura elevada que se establece, ya por la presencia del ácido carbónico en el aire de aquellas galerías. Bien se concibe que esta inflamacion lenta puede durar muchos siglos, si la mina es poderosa y las salidas del aire por el contrario de pequeñas dimensiones.

618. Un fenómono muy notable se presenta en una mina inflamada á un cuarto de legua de San Esteban (Francia); éste consiste en la produccion de una gran cantidad de hidroclorato de amoniaco. La destilacion de las ullas dan siempre amoniaco, asi que su presencia no es dificil de concebir en semejante caso. No sucede lo mismo con respecto al ácido hidro-clórico, porque ya hemos visto que M. Karsten habia buscado inútilmente este ácido en las diversas ullas. En cuanto al amoniaco puede presumirse que lo ha tomado de los hidro-cloratos terrosos que las aguas que atraviesan las diversas capas del terreno, contienen siempre y particularmente en esta localidad.

Como quiera que ésto sea, los surtidores de vapor que se establecen despues del incendio emiten continuamente hidroclorato de amoniaco en vapor, y ademas los productos ordinarios de la combustion de las ullas. Esta sal se condensa sobre los cuerpos que se hallan próximos, y se deposita en cristales que se destruyen y disuelven por las lluvias. No seria imposible utilizar este producto, para lo cual bastaria colocar sobre los surtidores de vapor un sotechado de tablas;

la sal depositada en sus paredes podria recogerse de tiempo en tiempo.

En la China existen dos clases de volcanes que suministran toda la sal amoniaco que se consume en aquel pais. Segun las diversas circunstancias de localidad ó de modo de ser, es muy probable que estos volcanes sean verdaderos depósitos de ulla inflamados.

619. La ulla es poco higro-métrica. Los esperimentos de M. Karsten demuestran que diversos pedazos de esta materia espuestos al aire durante mucho tiempo y sometidos en seguida á una temperatura de 100° pierden cuando mas 2 ó 3 por 100 de su peso. Esta cantidad es aun tal vez exagerada: puede sin inconveniente reducirse á 1 por 100 en las ullas ordinarias.

Cuando se moja la ulla, y se la deja escurrir en seguida, se advierte que aumenta á la vez de peso y de volúmen. En general, uno y otro de estos efectos se manifiestan en mayor grado en las ullas porosas que en las compactas; pero el menor aumento de peso es de 10 por 100 del que tiene la ulla seca, y el mayor llega hasta 60 por 100. Aqui se supone á la verdad, que la ulla ha estado simplemente escurriendo durante un cuarto de hora; pero no es menos cierto que las ullas mojadas pueden conservar un esceso de peso engañoso. El aumento de peso es muy notable tambien, porque varia de un sesto á un cuarto. Todo cuidado será poco para evitar esta clase de pérdida, bien se compre la ulla al peso, bien se tome en volúmen que es como se hace esta compra ordinariamente. (An. de Minas, núm. 65, pág. 412.)

620. Ya hemos visto que la densidad de la ulla varia entre 1,20 á 1,35, y aun de 1,16 á 1,40. Esta diferencia introduce una en el peso de una medida de ulla; pero los vacíos

que se forman en el momento de la medida, causan otra mayor todavia. Los espacios vacíos pueden variar en efecto de un tercio á la mitad de la capacidad de la medida; resulta de esto, que el peso del hectólitro está lejos de ser igual aun al peso del agua que llenaria esta medida.

Véase el peso del hectólitro (1,79909 fanegas) de ulla medida con rasero, como hacen los mercaderes para algunas ullas de Francia. *(An. de Minas, núm. 65, pág. 413.)*

	Kilógramas.	Libras.
Ulla de la mina de Labarthe......	88....	191,84
Ulla de Auvergue y de Blanzy....	87....	189,66
Ulla de la mina de Combelle......	86....	187,48
Ulla de la mina de la Taupe......	85....	185,30
Ulla de la mina de S. Esteban...	84....	183,12
Ulla de la mina de Decise.........	83....	180,94
Ulla de la mina de Creusot.......	79....	172,22

El hectólitro medida colmada pesa al rededor de 100 kilógramas (218 libras).

Se sabe que la carretada de ulla se compone de 15 hectólitros (26,98635 fanegas), medidos con rasero, ó de 12 hectólitros (21,88908 fanegas), medidas con colmo.

621. La esplotacion de la ulla se hace en diversas comarcas.

La Inglaterra y la Escocia presentan las esplotaciones mas gigantescas. Los Paises Bajos siguen á estas, y despues la Francia. Las demas comarcas del globo no ofrecen sino unas esplotaciones poco importantes comparativamente. La tabla siguiente indica al poco mas ó menos las cantidades estraidas anualmente en todos los paises donde se esplota la ulla.

Paises.	Quintales métricos (1).	Valor del pie de mina.	Reales.
Inglaterra.....	75.000,000	90.000,000 fran.	342.000,000
Paises-Bajos, prov., Pruss. Rhenanes, ducado de Luxembourg....	31.000,000	37.000,000	140.600,000
Francia	10.000,000	12.000,000	45.600,000
Prusia, Silesia	3.000,000	3.600,000	13.680,000
Hanovre y principado de la confederacion germánica	3.000,000	3.600,000	13.680,000
Estados-Unidos de América	1.500,000	1.800,000	6.840,000
Sajonia	600,000	720,000	2.736,000
Austria........	340,000	400,000	1.520,000
Babiera	160,000	192,000	729,600
	124,600,000	149.312,000	5673.85,600

No puede entrar en nuestro plan el examinar mas detenidamente la situacion y esplotacion de las minas de ulla. Entre las numerosas obras que pueden consultarse para este fin nos contentaremos con citar el escelente artículo *ulla*, con que M. de Bonnard ha enriquecido el Nuevo Diccionario de Historia Natural, publicado por M. Deterville.

(1) El quintal métrico equivale á 218 libras.

CAPITULO V.

CARBON DE ULLA Ó COKC.

622. La abundancia de la ulla en Inglaterra, ha dado orígen á discurrir en este pais hace mucho tiempo diversos medios para hacer esta materia aplicable á la fusion de las minas de hierro. El que se practica despues de repetidos ensayos consiste en despojar á la ulla de la mayor parte de su hidrógeno y de su oxígeno por medio de una destilacion anterior; el resíduo de esta operacion es un verdadero carbon conocido con el nombre de cokc.

El cokc está unas veces pulverulento, otras en masas coaguladas, y otras en padazos grandes hinchados y cavernosos; en los dos primeros casos tiene menos volúmen que la ulla de que proviene; en el tercero ocupa mas, y tanto cuanto mas hinchado se encuentra.

Los cokcs pulverulentos y coagulados son negros, poco brillantes, mas ó menos friables, muy densos siempre y bastante difíciles de quemar. El cokc hinchado es tambien negro cuando está en polvo, pero en masa es gris, con reflejos metálicos semejantes al gris de acero; se quiebra con mas ó menos facilidad; es mas ligero que la ulla y que los otros cokcs, se enciende sin trabajo y arde con facilidad hasta la completa destruccion del carbon.

623. Estos diversos carbones no arden nunca bien sino cuando se hallan en masas crecidas, pero como se queman sin llama producen una temperatura local muy elevada, y como su densidad es muy superior á la del carbon de leña, resulta que su calor está mucho mejor sostenido. Por esta

causa se emplea el cokc con tan buen éxito en el tratamiento del hierro y en los trabajos de fusion en los crisoles. Por otra parte, el poder radiante del cokc candente parece muy superior al de todos los demas combustibles, y por esto se prefiere siempre que debe aplicarse el fuego al descubierto.

La preferencia que se concede al cokc sobre la ulla para el uso doméstico, está fundada en simples consideraciones de conveniencia. La ulla produce al quemarse una llama que exhala un humo muy denso, y un olor desagradable en las habitaciones. El cokc al contrario se quema sin producir llama ni humo, no esparce ningun olor, y produciria todas las ventajas del carbon de leña, si se encendiera con tanta facilidad como él.

624. Estas ligeras consideraciones no bastarian para llenar la estension de este artículo; asi consideraremos mas bien la preparacion del cokc en sus relaciones con el tratamiento de los minerales de hierro.

En la esplotacion de las minas de hierro, no puede emplearse la ulla natural, ya sea porque esponiéndola al calor se fundiria y produciria en toda la longitud de los altos hornos una masa pastosa que el aire no podria atravesar sino con mucha dificultad, ya porque conteniendo sulfuro de hierro la mayor parte de las ullas, las fundiciones obtenidas producirian siempre un hierro agrio y quebradizo en caliente. El principal objeto de la trasformacion de la ulla en cokc es para privar á este combustible de la propiedad de fundirse al fuego y desalojar la mayor parte del azufre que contiene. Es evidente que si por este medio se llena la primera condicion, no sucede lo mismo con la segunda. En efecto, el bi-sulfuro de hierro durante la carbonizacion pasa al estado de sulfuro ó de sesqui sulfuro, perdiendo solamente la mitad ó la cuarta

parte de su azufre. El restante puede por consecuencia obrar sobre la fundicion durante el trabajo de los altos hornos, y producir el mismo efecto que se habia temido con el bi-sulfuro.

Parece, sin embargo, que estos temores son exagerados y que la presencia del azufre en el cokc influye poco sobre las propiedades del hierro; mas no por esto es menos evidente que si se quiere obtener el cokc sin azufre, es preciso emplear una ulla sin sulfuro de hierro, y que la preparacion del cokc, lejos de tener por único objeto el *desazufrar* la ulla como se hacia en otro tiempo, solo se busca en ella la propiedad que posee el cokc de quemarse sin fundirse.

625. El consumo de cokc en las ferrerías es tan grande, y las cualidades físicas de esta materia tienen tanta influencia en los trabajos, que ha sido necesario buscar diversos medios para hacer la carbonizacion de la ulla pronta, facil y segura, operando sobre grandes masas, y conservando el cokc los carácteres físicos que convienen al trabajo del hierro.

Pueden reducirse á tres principales los procedimientos que se emplean en la fabricacion del cokc. El primero sobre el cual insistiremos poco en este lugar, consiste en destilar la ulla en unas retortas de fundicion. Este es el que se emplea cuando se quiere recoger el gas para el alumbrado, pero este procedimiento que solo es practicable en las grandes ciudades, suministra un cokc que seria demasiado costoso y muy poco compacto para las ferrerías. Este se vende generalmente para el uso doméstico. Al tratar del alumbrado de gas volveremos á tocar este punto.

El segundo se aproxima mucho al procedimiento diario de la carbonizacion de la leña en pilas. Este procedimiento fué puesto en uso por los ingleses, desde el orígen de la pre-

paracion del cokc para las ferrerías. En 1772 se introdujo en Francia por Jars, que hizo diversos esperimentos sobre esta materia sin gran resultado, siendo entonces poco conocido este tratamiento de los propietarios de las forjas.

En fin, el tercero consiste en el empleo de cierta variedad de hornos, que tienen por objeto hacer la carbonizacion de la ulla mas facil y productiva, pudiéndose aplicar ademas á masas muy grandes.

626. Para entender estos diversos procedimientos es necesario establecer aqui algunas generalidades relativas á la destilacion de las suyas.

Estas sustancias por la destilacion producen un resíduo carbonoso, (este es el cokc) agua impregnada de sales amoniacales, brea y gases que consisten en hidrógeno mas ó menos carbonado, en óxido de carbono, ácido carbónico, ácido hidro-sulfúrico y sulfuro de carbono en vapor. En la destilacion ordinaria sirven estos gases para el alumbrado; en los otros métodos de carbonizacion se queman á medida que se desprenden contribuyendo á elevar la temperatura de la masa y economizando por este modio una parte del cokc.

Los productos de la destilacion varian en razon de la composicion de las ullas y de los caracteres del cok. Cuando el carbon se encuentra en ella en gran cantidad, el aceite que se forma es mas espeso, sucediendo lo contrario en las ullas pobres. Todas las ullas producen algunas ligeras señales de amoniaco; varias veces se ha ensayado el aprovechar esta sustancia, pero hasta el presente no se ha podido hacer esta esplotacion lucrativa.

Las ullas de cokc pulverulento y pobres en carbon ofrecen algunas señales de ácido acético, producen siempre un líquido acuoso, en una relacion mayor relativamente al fluido

oleoso que las ullas de cokc coagulado, y en estas últimas es mayor esta relacion que en las de cokc poco compacto. La cantidad de gases está en razon inversa de la del carbon que contienen las ullas. Estos gases están en mayor cantidad en las ullas que en la mayor parte de las lignitas; pero en las primeras las combinaciones de hidrógeno y de carbono son mucho mas dominantes y mas ricas en carbono, lo que hace á esta clase de gas mas á propósito para el alumbrado. Cuanto mas susceptible de hincharse es la ulla, tanto mas se acrecenta la proporcion de los carburos de hidrógeno en vapor en la mezcla gaseosa. No se forma ácido hidro-sulfúrico, sino cuando la ulla esta mezclada con el bi-sulfuro de hierro, lo que sucede casi siempre.

Las ullas de la segunda y tercera clase, en las cuales la cantidad de carbono es débil, se descomponen sensiblemente á un calor inferior al rojo; pero en tanto que la temperatura es baja, la descomposicion progresa muy lentamente. La sustancia oleosa no se desenvuelve jamás sino al grado rojo oscuro. Todas las ullas exigen el calor rojo naciente para dar principio á la descomposicion, y un rojo muy vivo para terminarla. La ulla solo deja de serlo por la destilacion; ademas el aceite y los gases no se desprenden tampoco del agua sino por este medio.

627. En todas las ullas asi como en la leña comun la cantidad de carbon que se obtiene difiere segun se emplea un calor débil ó activo. Esta diferencia es tanto mayor cuanto menor es la cantidad de carbon que contienen las ullas. Sin embargo, estas diferencias de producto en todas las ullas ensayadas por M. Karsten no esceden de 6 por 100. El producto en cok de las ullas ordinarias de cokc hinchado ricas en carbon no pasa de 4 por 100 en los dos procedimientos de car-

bonizacion. Este punto no merece por lo tanto fijar mucho la consideracion; pero no sucede lo mismo con otra propiedad muy notable por sus aplicaciones. Un calor débil que se conduce lentamente hasta el mas fuerte calor rojo, disminuye en las ullas la propiedad de producir un cokc, ya sea coagulado ya hinchado. Una ulla que sometida á una incadescencia rápida se anuncia como ulla de cokc coagulado, puede muy bien por medio de un calor que se conduce con lentitud producir un cokc pulverulento. Este hecho se observa principalmente en las ullas intermedias entre una y otra clase. Asi por medio de un calor lento una ulla de cokc débilmente hinchado suministra una masa mas compacta, menos dilatada y mas pesada que si se hubiera aplicado con rapidez un calor rojo, de manera que producirá cokc coagulado. Esta advertencia puede influir en la eleccion de los procedimientos para carbonizar la ulla de que vamos á ocuparnos.

628. *Carbonizacion en pilas.*—Para carbonizar la ulla ó convertirla en cokc por el procedimiento de las pilas se la reduce á pedazos de tres á cuatro pulgadas cúbicas, y con ellos se forma sobre un plano horizontal un monton de figura cónica, cuyo diámetro sea de 4 á 5 metros (de 14,28 á 17,85 pies) sobre unos 70 á 75 centímetros de altura (361,90 á 387,75 líneas); estas son las dimensiones mas convenientes para obtener una carbonizacion completa.

Concluida la carbonera se cubre con paja y tierra fina humedecida ligeramente, teniendo cuidado de poner la capa de paja bastante espesa para que la tierra no penetre entre los pedazos de ulla, lo que perjudicaria á la accion del fuego. Puede reemplazarse la paja por ojas ó yerbas secas; se ha probado, pero sin buen éxito, cubrir las carboneras con capas

de céspedes; en los puntos en que la paja cuesta mucho se emplea el método siguiente.

Concluido el arreglo de la carbonera ú horno se cubre la parte inferior desde el suelo del terreno hasta cerca de un pie de altura con pequeños pedazos de ulla cruda, y lo restante de la superficie con fragmentos de cokc muy menudos.

Por este método no hay necesidad de practicar como por los otros agujeros al rededor de la circuferencia para la salida del humo; los intersticios que dejan entre sí los pequeños pedazos de cokc suplen y hacen el mismo efecto.

Cuando la carbonera está cubierta hasta su parte superior, se introducen unos carbones encendidos en una abertura que se tiene cuidado de conservar para este efecto al tiempo de formar la carbonera, y cuya profundidad es de 6 á 8 pulgadas; esta capacidad se acaba de llenar con otros carbones; cuando el fuego ha prendido, se cubre la abertura por donde se ha introducido; todo el resto de la operacion se conduce como para la carbonizacion de la leña.

Una carbonera de las dimensiones que acabamos de indicar exige cuatro dias de fuego, pero si ha estado cubierta con paja y tierra, bastan muchas horas menos. La ulla produce en peso 40 por 100 de cokc.

629. Este procedimiento ha recibido diversas modificaciones que tienen por objeto el hacerle mas espedito ó hacerle aplicable á ciertas ullas para que no tiene buen éxito no haciendo uso de alguna precaucion particular.

En la mayor parte de las fábricas dan á las pilas la forma de un prisma mas ó menos largo, cuyo ancho es de cercade tres metros (10,71 pies) en la base y en la longitud variable, pero ordinariamente de 20 á 40 metros (86,20 á 172,40 pies). Se colocan los pedazos gruesos de ulla hácia el medio y los

menudos hácia los bordes. La elevacion de la pila es de un metro (3,57 pies) ó mas. El fuego se introduce por encima y por diversos puntos á la vez. La marcha de la operacion es la misma que en el caso precedente, pero la carbonizacion se termina en veinte y cuatro horas.

630. Cuando la ulla esta un poco seca este procedimiento tiene mal éxito; es forzoso modificarle para hacer el tiro mas regular y activo; las ullas grasas se carbonizan con una temperatura inicial mas baja que la necesaria para una ulla seca.

El célebre metalúrgico inglés Wilkson imaginó colocar en el centro de la pila una chimenea de ladrillos atravesada de agujeros en su parte inferior para establecer una salida constante al humo. La lám. 5 fig. 1, 2, 3, 4, 5 presenta las principales disposiciones del aparato.

La fig. 1.ª manifiesta la elevacion de la chimenea; la figura 2.ª su corte y la fig. 3.ª el plano tomado en la base del aparato; en fin la figura 4.ª ofrece un corte de la reunion de la pila, y la fig. 5.ª un medio plano de esta misma reunion tomado al nivel del suelo.

En estas figuras se distinguen seis grandes conductos *b*, *b*, *b*, colocados á la parte inferior de la chimenea, y otros *d*, *d*, *d*; mas numerosos, pero mas pequeños situados sobre los precedentes.

El macizo *g*, *g*, de la chimenea es de ladrillos revestidos por la parte de arriba de una corona de fundicion *e*, *e*, que preserva á los ladrillos superiores de toda degradacion.

La chimenea tiene un metro de diámetro (3,57 pies) interior en la base, y 50 á 60 centímetros (258,50 á 310,20 líneas) en la parte superior. Su altura es de un metro. Al re-

dedor de esta chimenea se prepara el suelo como de ordinario, despues se traza á su al rededor un círculo de seis pies en su base (fig. 5). En este espacio se dispone la ulla. El primer lecho debe estar formado por los pedazos gruesos colocados de modo que se economizen los vacíos para el aire. Estos se cubren con pedazos pequeños colocados de plano, y sobre esta capa se coloca un nuevo lecho de ulla en fragmentos gruesos que se cubren á su vez de ulla menuda. De este modo se continúa hasta que la pila se halla concluida (fig. 4. *h*, *h*.)

Entonces se cubre la superficie de la ulla con una capa de cenizas ó de tierra fina humedeciéndola un poco para darla consistencia.

631. Terminados estos preparativos se arroja por la chimenea un poco de ulla ó de leña inflamada, el fuego se comunica bien pronto á toda la pila, y el humo sale en columna espesa por el orificio de la chimenea. A medida que se abren en la cubierta rendijas, se van reparando con cenizas que se mojan para darlas consistencia, y que puedan apretarse bien por este medio.

La carbonizacion se encuentra terminada al cabo de dos dias. Se conoce cuando la operacion se aproxima á su fin por la desaparicion del humo que es reemplazado por una llama azulada. Cuando esta desaparece se apaga el fuego inmediatamente, para lo cual basta cerrar el orificio de la chimenea con un disco de fundicion.

Es evidente que esta chimenea no tiene otro objeto que el hacer el tiro mas regular y poderoso, el aire que sale por ella es reemplazado por el que atraviesa la pila en todos sentidos pasando por las pequeñas hendiduras que forma la capa de cenizas, despues por las capas de carbon grueso y en fin

por los grandes conductos y demas orificios inferiores de la chimenea.

632. Este procedimiento de carbonizacion se emplea en muchos ingenios, á donde lo aplican indistintamente á las ullas grasas y á las que no lo son; pero han hecho algunas ligeras modificaciones, que deben atribuirse al modo con que se conducen las diversas ullas. Asi, en la Staffordeshire los señores de Beaumon y Dufrenay han observado que los obreros no hacian otra cosa que colocar al rededor de la chimenea los pedazos mas gruesos de ulla y los pequeños hácia la circunferencia; encendian el fuego y para moderar el tiro cubrian la pila con ulla menuda ó cokc, teniendo cuidado de dejar algunas aberturas para dar acceso al aire. Cuando la carbonizacion se ha completado se descubre el cokc y se apaga rociándolo con agua. La proporcion de agua que se emplea en esta operacion, se considera como influyente en la calidad del cokc. Este método es mucho mas espedito que el de Wilkinson, porque asi queda el cokc preparado en veinte y cuatro horas, si bien debe ser por este medio un poco menos productivo.

Por este sistema de carbonizacion se obtiene un poco mas cokc que por el de las pilas simples, puesto que el producto puede ascender á unos 50 por 100 de ulla.

633. Todos estos procedimientos pueden aplicarse con ligeras modificaciones á las ullas en pedazos gruesos; pero sucede con frecuencia que la facilidad con que dan salida á estas ullas en el comercio, determina á los propietarios de los ingenios á reservar la ulla menuda solamente para la preparacion del cokc. En este caso es impsible hacer uso de estos procedimientos, á causa del poco espacio que queda en la pila para el paso del aire necesario para la combustion. Hay

por lo tanto que disponer la pila de manera que la queden las corrientes necesarias. Esto es lo que han practicado en el establecimiento de Janon, cerca de San Esteban, donde han inventado un procedimiento muy sencillo, del cual ha hecho conocer los pormenores M. Laplanche. Pero es evidente que este procedimiento solo puede ejecutarse con las ullas pegajosas, cuyos fragmentos son susceptibles de reunirse al fuego de manera que producen pedazos de cokc voluminoso.

No debe esperarse que se obtendrá el cokc de igual calidad empleando la ulla muy dividida en vez de emplearla en pedazos grandes. Es evidente que en el primer caso se obtendrá con mayor cantidad de materias terrosas que en el segundo. Para demostrarlo bastará recordar los dos analísis siguientes de M. Guenyveau.

Estos analisís han sido practicados sobre cokcs preparados en Creusot con la misma ulla. El uno provenia de la ulla en pedazos gruesos carbonizada en pilas, el otro de la ulla menuda carbonizada en horno (An. de minas, número 132, p. 441).

	Cokc de ulla gruesa.	Cokc de ulla menuda.
Carbono	96,7	89,24
Sílice, alumina, cal y óxido de hierro.	3,0	10,76
Azufre	0,3	0,00
	100,0	100,00

634. En Janon la ulla menuda se carboniza en pilas cónicas ó prismáticas : la eleccion entre las dos formas se determina por el espacio de que se puede disponer.

Las pilas prismáticas pueden tener de 50 á 60 pies de

longitud sobre tres y medio de altura. El ancho es de 4 pies en la base y de dos en la parte superior. Para construir estas pilas se toma una tabla (Lám. 5, fig. 6), se coloca sobre una inclinacion conveniente, apoyándola sobre dos palancas de hierro, colocadas por la parte de adentro, é introducidas en la tierra. Esta tabla forma uno de los pequeños costados del prisma. Los costados largos se componen de otras tablas *bbb* colocadas sobre la primera y fijadas las unas á las otras por medio de aldavillas. En fin, para sostener estas tablas, se ponen de trecho en trecho y por la parte de adentro unas palancas de hierro introducidas en la tierra. Los costados largos tienen 10 ó 12 pies; este prisma se cierra provisionalmente con otra tabla semejante á la primera.

Todas estas tablas estan atravesadas por agujeros destinados á dejar pasar al espacio vacío unos rodillos cónicos que sirven para formar los canales que han de establecer la corriente de aire. El sistema inferior, pasando por los agujeros *ddd*, se halla representado en la figura 7. Este se compone de un gran rodillo paralelo á los costados largos del prisma, y de otros mas pequeños perpendiculares á esta direccion, que van á buscar su apoyo sobre el principal. Cuando estos rodillos estan colocados, se vierte en la caja que forma el prisma una capa de ulla, que se moja de antemano para darla consistencia. Para esto se tiende en una era, se la añade cierta cantidad de agua y se remueve con una batidera. Esta ulla mojada se vierte como hemos dicho en la concavidad del prisma, estendiéndola con una pala y despues apretándola bien con un pison ó apretador largo de madera. Cuando la capa de ulla ha llegado á la altura de los primeros rodillos, se establece una nueva fila de estos, pero colocados verticalmente y apoyados en los puntos *eee*; estos deben for-

mar las chimeneas de la pila. Para sujetarlos se forma al rededor de su pie un pequeño cono de ulla bien amontonado. Estos rodillos deben pasar un poco la altura del prisma. En seguida se coloca otra fila de rodillos, pero en sentido horizontal. Estos apoyan en los verticales, por lo cual deben tener una direccion oblícua en razon á la situacion de los agujeros. Su disposicion está representada en la figura 8. En seguida se coloca otra capa de ulla hasta llegar á la altura de los nuevos rodillos. Se coloca despues la tercera y última fila de rodillos horizontales, pero estos no hay precision de colocarlos oblicuamente; y por lo tanto se hallan en la disposicion de los primeros precisamente á escepcion del gran rodillo que ya no es necesario. Se disponen tantos rodillos pequeños como agujeros hay y se apoyan directamente sobre los rodillos verticales. Cuando la colocacion de los rodillos ha concluido se acaba de llenar el prisma, de ulla.

Los rodillos deben tener de 3 á 4 pulgadas de diámetro y deben llevar en su estremidad esterior un anillo que sirve para retirarlos.

Cuando el prisma está lleno de ulla bien apretada, se retiran estos rodillos sucesivamente; primero los verticales, despues los pequeños de abajo arriba. Estos pequeños puede muy bien levantarlos un solo obrero; pero para retirar los grandes son necesarios algunas veces hasta cuatro ó cinco. Concluida esta operacion se desunen las tablas, y sirven de nuevo para continuar la pila hasta que tenga 50 á 60 pies de longitud siguiendo siempre el mismo procedimiento.

635. Para encender la pila se forman de distancia en distancia unos pequeños montones de ulla que tengan medio pie de altura sobre los agujeros superiores. Esta ulla debe estar en pedazos medianos bien escogidos y colocadas las

puntas hácia abajo para dejar el espacio necesario á la corriente del aire. Luego se colocan en el medio de estos montoñes algunos pedazos de carbon encendido, lo que basta para poner en combustion sucesivamente toda la masa. Cuando ha llegado á este punto se vigila para impedir el que se obstruyan los canales, y para tapar con polvo todas las hendiduras que ocasionen una combustion demasiado rápida.

Algunas veces antes de apagar la pila se hace llegar agua á los canales inferiores; pero esto no debe practicarse sino despues de haber cesado la llama enteramente, aun cuando la masa esté todavia candente. En el momento en que el vapor de agua atraviesa el cokc, aparecen nuevas llamas debidas á la combustion del gas hidrógeno carbonado y del óxido de carbono formados en la descomposicion del agua por el carbon. Al mismo tiempo se advierte un olor de ajo muy pronunciado.

En fin, se apaga la pila cubriéndola de tierra y tapando con cuidado todas las salidas. La operacion dura de seis á diez dias. La ulla produce un 50 por 100 de cokc de muy buena calidad. Este cokc tiene todas las propiedades físicas del que proviene de las ullas en pedazos. Es tambien como aquel un poco hinchado, y está en pedazos bastante voluminosos, por lo que hay necesidad de dividirlos; presenta la forma de una coliflor, tiene brillo metálico y un tono gris de acero que caracteriza los cokcs de buena calidad.

El consumo de ulla que se emplea para encender las pilas es mayor del que pudiera esperarse desde luego, asciende á $\frac{1}{20}$ de la ulla carbonizada. Puede muy bien evitarse una parte de esta pérdida disponiendo las pilas de otra suerte, porque cuando se les da una forma cónica este gasto se halla reducido á $\frac{1}{40}$.

636. Es muy facil comprender como se forman las pilas cónicas. En la fig. 9 se halla representada la disposicion general de las tablas, y en la fig. 10 la de los rodillos. Las pilas cónicas deben tener 12 pies de diámetro en la base, 7 en la parte superior y 3 y medio de altura. Contienen 7500 kilógramas de carbon (16,350 libras).

Cuando las tablas estan dispuestas y bien aseguradas se planta en el centro de la pila un madero cuadrado, al cual vienen á tocar seis rodillos cónicos *b, b, b* colocados á distancias iguales; pero como cada fila de agujeros consta de 12, quedan seis agujeros libres, por los cuales se introducen otros rodillos mas cortos *c, c, c* que vienen á reunirse oblicuamente á los precedentes.

Entonces se carga la ulla hasta 2 ó 3 pulgadas sobre este sistema de rodillos, despues se coloca otra segunda tanda que se disponen como los primeros, pero cuyos radios parten de otros puntos, como lo indica la disposicion de los agujeros. Se carga otra segunda capa de ulla y se dispone la tercera tanda de rodillos á su vez, en fin se llena del todo la pila.

Como el tiro del aire exige muchas chimeneas, se practican varias de estas mas pequeñas colocando sobre el primer sistema de rodillos en los puntos *m, m, m* otros rodillos verticales que suben un poco mas arriba de la parte superior de la pila.

El arreglo de los rodillos se practica como para las pilas prismáticas; la introduccion del fuego se efectúa del mismo modo é igualmente lo restante de la operacion.

637. Comparemos con este método sencillo y económico los procedimientos puestos en uso en algunos otros ingenios. Puede formarse una idea general, despues de lo que hemos espuesto sobre la fabricacion del negro de humo (455). Bajo

un sistema análogo se construyen ciertos hornos en los que la combustion de la ulla es incompleta.

Uno de los procedimientos mas sencillos es el que introdujo en sus ingenios Lord Dundonnald; éste consiste en el empleo de un grande horno semi-esférico, cuyo suelo es plano. Se carga la ulla por la parte superior, y se distribuye de manera que forme un espesor de 5 pies sobre el suelo; en seguida se cierra la abertura lateral con unos ladrillos dejando entre ellos algun espacio; se enciende la ulla, y cuando los humos han cesado, se cierran sucesivamente las aberturas que hay establecidas ya en la puerta ya en las paredes laterales del horno. En fin, cuando se quiere sofocar el fuego, se cierra el orificio superior por medio de una placa de fundicion. En un horno de 10 pies de diámetro interior y 8 de elevacion interior tambien pueden carbonizarse 9000 kilógramas (19690 libras) de ulla en 48 horas, cuyo tiempo dura cada operacion. *(Lám. 5, fig. 11) (Véase An. de minas núm. 100, pág. 252).*

638. Tambien se ha puesto en uso un horno de reberbero de doble entrada (L. 5, fig. 12 y 13). El horno se calienta hasta el grado rojo, en seguida se limpia la mitad del suelo, y se carga de ulla menuda hasta formar una capa de seis pulgadas de espesor, y se cierra la puerta; igual operacion se practica en en el lado opuesto; pero la puerta se queda entreabierta de manera que permita la entrada del aire. Cuando el fuego está bien encendido se cierra la puerta enteramente, y al cabo de seis horas queda terminada la carbonizacion, suponiendo que el suelo tenga 9 pies de largo por 7 de ancho. Se retira el cokc que se apaga rociándolo con agua ó por sí mismo despues de haberlo estendido en capas delgadas sobre el terreno, y el horno se vuelve á cargar de nuevo. Facil es ad-

vertir que pueden abrazarse un gran número de estos hornos á la vez para economizar los ladrillos y el trabajo. (*Véase An. de Minas*, *núm.* 86, *pág.* 102, *y Bullet de la Sociedad d'encour.* 1806, pág. 127.)

639. En estos dos procedimientos puede disponerse la operacion de manera que no se pierda la brea que se desprende con los humos. Para esto basta dirigirlos por unos tubos largos refrigerados con agua fria, que comunican con un recipiente donde se reune la brea; estos tubos van á terminar á unas chimeneas elevadas que arrastran los gases, pero es necesario no calentarlos en la chimenea hasta el grado rojo, si se quieren evitar las detonaciones siempre incómodas y algunas veces peligrosas. En efecto, estos gases contienen mucho hidrógeno carbonado y aire, lo que puede constituir una mezcla detonante, cuando la casualidad hace que estos dos gases se encuentren en las proporciones convenientes.

La ulla tratada de esta manera produce cerca de un décimo de su peso de brea en las operaciones en grande. Esta brea destilada suministra un aceite que pudiera utilizarse para el alumbrado de gas. Bajo este aspecto es muy posible que en los ingenios donde se fabrica el cokc pongan en práctica el beneficio de la brea. Entre los aparatos susceptibles de emplearse para la produccion del cokc sin perder el betun, es evidente que el que emplea M. La Chabeaussiere para la carbonizacion de la leña seria uno de los mas convenientes.

640. Echemos entre tanto una mirada sobre la reunion de estos procedimientos y sus productos. Tomaremos por tipo de comparacion la destilacion de las ullas en vasos cerrados. En la tabla de los analísis de M. Karsten se encuentran unos resultados de este género; estos resultados indicarán una pér-

dida enorme, que es necesario no mirar como real en la mayor parte de los casos.

Las ullas de cokc coagulado dan por la destilacion al poco mas ó menos 8 por 100 mas de cokc que por la carbonizacion en pilas. Esta diferencia es insignificante, porque representa precisamente la cantidad de carbon que es necesario emplear para operar la destilacion. No se hallan en el mismo caso las ullas de cokc hinchado; la diferencia puede ascender de 15 ó 20 por 100 entre los productos obtenidos por los dos procedimientos. Facil es esplicarse la causa de esta diferencia, porque por una parte siendo mas abundante el gas hidrógeno se forma mas betun y gas carbonado, y por otra siendo el cokc mas poroso se quema mayor cantidad durante la operacion. El primero de estos inconvenientes puede remediarse en parte disponiendo la ulla de manera que empiece á quemarse por la parte superior, á fin de que los gases que se desprenden sucesivamente de las capas inferiores se quemen al atravesar las superiores, sirviendo de este modo á su carbonizacion. Con respecto al segundo, solo puede corregirse redoblando las precauciones en el modo de conducir las pilas.

Por lo demas, es evidente que ofrece poca ó ninguna ventaja el carbonizar las ullas poco pegajosas en los hornos ó en los aparatos destilatorios, mientras que para las ullas que tienen esta propiedad muy sobresaliente podrán por el contrario ofrecer estos aparatos resultados dignos de atencion.

CAPITULO VI.

COMPARACION DE LOS DIVERSOS COMBUSTIBLES ENTRE SÍ.

641. Despues de haber examinado los combustibles que

constituyen el objeto de los capítulos precedentes, no será inútil volver sobre su empleo comparativo. Recordemos desde luego las cantidades de calor desprendido por cada uno de ellos.

Materias empleadas.	Agua elevada de 0o á 100o. Kilóg.	Libras.
1 kilóg. (2,18 libras) de leña seca...	36....	78,48
id. leña conteniendo $\frac{25}{100}$ de agua......	27....	58,86
id. carbon de leña.....................	75....	163,50
id. ulla grasa mediana................	60....	130,80
id. cokc conteniendo $\frac{15}{100}$ de cenizas...	66....	143,88
id. turba limosa........................	30....	65,40
id. carbon de turba conteniendo $\frac{15}{100}$ de cenizas.........................	63....	137,34

642. Por medio de las tablas dadas anteriormente, es muy facil pasar de los pesos á los volúmenes. Basta para esto multiplicar las kilógramas de agua por el peso en kilógramas de las medidas cuyo valor se busca. Por este medio se forma la tabla siguiente:

Materias empleadas.	Agua elevada de 0° á 100°.
1 hectólitro (1,79909 fanegas) de carbon de leña de encina ó haya........................	1875
1 id. carbon de abedul..............................	1725
1 id. carbon de pino..................................	750
1 id. de ulla..	4800
1 id. de cokc...	1980
1 id. carbon de turba................................	3000
1 stere (17,9909 fanegas) de encina, haya ó abedul en troncos gruesos..................	12150

Materias empleadas.	Agua elevada de 0° á 100°.
1 id. pino en troncos gruesos....................	8775
1 id. de encina ó álamo blanco de hoja menuda.	6057
1 cuerda de turba que pesa 2000 kilóg. (4360 libras)...........	50000

643. Conociendo el peso respectivo de cada uno de estos combustibles, será facil determinar el valor real al emplearlo.

Asi se tendrá:

Materia.	Valor en francos.	Reales.	Agua elevada de 0° á 100° á para 1 franco. Kilóg.	Libras.
1 hectólitro (1,79909 fanegas) de carbon de encina...	4.......	15,2......	460...	1002,80
1 id. de ulla...........				
1 id. de cokc..........	4,40...	16,720...	1090...	2376,20
1 id. de carbon de tur-	2,85...	10,830...	690...	1504,20
ba..................	5.......	19,0......	600...	1308
1 stere (17,9909 fanegas) de leña de haya..........	18......	68,4......	675...	1471,50
1 cuerda (4360 libras) de turba..........	15......	57,0......	3333...	7265,94

Es evidente que los datos de la segunda y tercera tabla pueden variar segun las circunstancias, y que en todos los casos importantes es necesario determinarlos con exactitud y corregir el cálculo.

CAPITULO VII.

CONSTRUCCION DE LOS HORNOS Y APARATOS DE COMBUSTION.

644. Los aparatos que se emplean para elevar la temperatura del aire de nuestros aposentos, la del agua ó la de las disoluciones acuosas, y en fin, la de los cuerpos sólidos, debe necesariamente variar mucho en cuanto al modo de utilizar el calor; pero el método á propósito para originar este, se halla sometido en todos los casos á unas cuantas condiciones generales.

En un aparato para calentar, sea cualquiera, se distinguen siempre tres partes principales, á saber: el sitio donde se opera la combustion, este es el *fogon*; el orificio por donde se desprenden los productos de la combustion, esta es la *chimenea*; en fin, el orificio por donde llega el aire necesario para la combustion. Algunas veces el fogon descansa sobre el suelo; en este caso se hallan las chimeneas francesas, los hogares comunes y otros. En estos aparatos las cenizas quedan confundidas con el mismo combustible. En otros casos el fogon se halla colocado sobre una rejilla, y las cenizas caen á una cavidad que se halla practicada en la parte de abajo, que toma el nombre de *cenicero*. Los combustibles que se inflaman fácilmente pueden quemarse sin rejilla; tal es la leña y el carbon de esta. Los que solo arden ayudados de un calor fuerte no pueden pasar sin ella; tal es la ulla y el cokc.

645. Los combustibles que se elevan hasta el grado rojo se mantienen ordinariamente en este estado por su propia combustion, y entonces la masa en ignicion irradia una cantidad de calor mas ó menos grande. Ademas, la materia al

quemarse se trasforma en ácido carbónico ó bien en agua y ácido carbónico que arrastran una porcion considerable del calor desenvuelto. En fin, lo restante del calor se reparte en las mismas paredes del aparato, y eleva mas ó menos su temperatura. De aqui se deduce que para sacar partido de todo el calor que se produce es necesario apoderarse á la vez del que arrastran los gases, del que pierden los combustibles por irradiacion, y en fin, del que comunican á las paredes del aparato.

Esto mismo es lo que se ejecuta en los calorimetros; pero en los aparatos de calentar hay precision siempre de perder una cantidad notable del calor producido para establecer el tiro. La porcion que se utiliza es unas veces por via de comunicacion y otras bajo la forma de calor radiante.

Asi en las estufas ordinarias, el calor se trasmite enteramente por las paredes del aparato.

En las chimeneas antiguas y que aun se usan en muchas partes para calentar las habitaciones, solo se utiliza una porcion del calor radiante.

En los hornos de evaporacion el calor que se comunica á las parades se pierde generalmente, y solo se utiliza una porcion del calor radiante y otra del que es arrastrado por los gases.

646. Segun esto, es evidente que en toda clase de aparatos de combustion es preciso fijar desde luego la cantidad de calor que se debe dejar arrastrar por los productos gaseosos, y despues combinar el aparato del modo mas favorable para utilizar lo restante. En todas estas construcciones de aparatos solo hay una parte que sea susceptible de un exámen general: esta es la chimenea. El modo de utilizar el calor debe variar necesariamente segun el empleo que se desea

hacer de él, y por lo tanto será necesario estudiar cada sistema de horno en particular. En esto mismo nos ocuparemos al examinar los procedimientos de las diversas industrias que nos resta describir.

647. Las chimeneas tienen por objeto el estraer del aparato el aire que ha servido para la combustion, y el forzar á una nueva cantidad de aire puro á precipitarse sobre el fogon. El mecanismo por cuyo medio se ejecuta esta doble funcion es muy sencillo: se sabe que todo cuerpo colocado en un medio de una densidad diferente á la suya, desciende ó se eleva segun que el medio es mas ligero ó mas pesado que este cuerpo. La velocidad de su caida ó ascenso es tanto mayor cuanto mas grande es la diferencia de estas densidades. Concibamos, pues, un tubo vertical abierto por sus dos estremidades y lleno de aire caliente. Este en virtud de su menor densidad se elevará en la atmósfera por el orificio superior, y será reemplazado por una columna de aire frio que penetrará por el orificio inferior y llenará el tubo. Si existe un manantial constante de calor y el aire se calienta á medida que penetra en el tubo, se establocerá una corriente contínua de aire. En este caso se halla una chimenea cualquiera. El combustible colocado en la parte de abajo eleva la temperatura del aire que se encuentra en ella, este se lanza á la atmósfera á medida que se hace menos denso por la accion del calor, y es reemplazado por una nueva cantidad que atraviesa el combustible, le quema y se calienta antes de penetrar en la chimenea.

Basta penetrarse de esto para advertir que la chimenea ejerce sobre el combustible una influencia muy grande, y que es necesario saber preparar su altura y su diámetro á la naturaleza y á la cantidad de combustible que debe emplearse;

pero como las circunstancias que influyen sobre la velocidad del aire en una chimenea estan sujetas todas á condiciones puramente físicas, nos limitarémos á dar al fin de esta obra unas tablas que indicarán las relaciones que deben observarse entre la cantidad de combustible y la altura y diámetro de las chimeneas para diversas temperaturas mediante la columna de aire. Daremos al mismo tiempo fórmulas generales que facilitarán el cálculo de estas dimensiones para todos los casos que no estén previstos en las tablas.

Algunas veces en vez de emplear una chimenea de aspiracion, se lanza el aire sobre el combustible por medio de fuelles ó aparatos equivalentes. Esto se practica en los hornos de forja, en los altos hornos, etc. Este sistema se describirá en la parte de esta obra consagrada á la metalurgia.

Todas estas cuestiones se hallarán ademas examinadas con los detalles convenientes en el escelente tratado del calor que acaba de publicar M. Peclet.

CAPITULO VIII.

Alumbrado de gas obtenido por la destilacion de las materias grasas y de la ulla.—Alumbrado de gas portatil.

648. Despues de la invencion de los globos hay pocos descubrimientos que hayan fijado la atencion del público tanto como el alumbrado de gas; asi han debido suscitarse sobre esta invencion muchas discusiones de anterioridad, que han terminado por demostrar que esta aplicacion no es sino un resultado muy sencillo de los descubrimientos químicos del último siglo. Se sabe, en efecto, hace mucho tiempo que

se desprende luz en la combustion de algunos gases compuestos ; pero hasta el año de 1785 ó 1786 en que un ingeniero francés llamado Lebon , tuvo la idea de aplicar esta luz á los usos económicos , no se habia hecho aplicacion de ella. Este observador empleó los gases que provenian de la destilacion de la leña; preparó tambien el carbon de leña en vasos cerrados y el ácido acético, y buscó al mismo tiempo el modo de utilizar el calor de sus hornos para calentar las habitaciones. Se advierte que esta idea, de la cual su inventor no sacó sin duda todas las ventajas que prometia , vino á ser el orígen de dos artes notables , como son la fabricacion del ácido acético por la destilacion de la leña y el alumbrado de gas.

Pero la *termo-lámpara* de Lebon , cuyo aparato producia á la vez calor y luz , y que él intentó hacer adoptar como mueble doméstico, no tuvo aceptacion, bien sea á causa de lo embarazoso que se hacia su manejo, bien por la debilidad de la luz que producian sus gases. Estos estaban sin duda alguna formados de hidrógeno semi-carbonado y de óxido de carbon, los cuales producen siempre muy poca claridad.

Muchos años pasaron antes que se hiciera uso de este descubrimiento de un modo notable, á pesar que Lebon indicó la ulla como á propósito para reemplazar á la leña ventajosamente.

Desde el año de 1800 hasta el de 1805 y 1806, habiendo M. Murdoch llevado á un alto grado de perfeccion el aparato á propósito para desprender el gas , alumbró por este procedimiento una parte de los talleres de los señores Wart, Boulton y compañía , cerca de Soho , y los departamentos de hilado de algodon, de los señores Fhilips y Lee, de Manchester. Despues de estos primeros ensayos los propietarios de un

gran número de establecimientos adoptaron este nuevo método de alumbrado, que se estendió rápidamente. Su uso casi generalmente introducido en la actualidad en las principales ciudades de Inglaterra y del continente, es el indicio mas seguro de las ventajas de este procedimiento.

El gas para el alumbrado puede estraerse de diversas sustancias y por diferentes procedimientos; pero la ulla y los aceites son los cuerpos que generalmente se emplean para obtenerle. La preparacion del gas por la ulla ofrece algunas dificultades que no se presentan en la preparacion del gas por el aceite. Empezaremos por describir el aparato que puede actualmente mirarse como el mas á propósito para la produccion del gas que se estrae de este último cuerpo, sin atenernos al órden cronológico. El gas de la ulla se ha preparado mucho tiempo antes que se imaginara el descomponer los aceites para este objeto.

Alumbrado con gas de aceite.

649. Las materias grasas que se emplean en el alumbrado ordinario esperimentan en la mecha una verdadera descomposicion que las trasforma desde luego en diversos productos gaseosos. Elevados estos á un alto grado de temperatura con el contacto del aire, se inflaman y producen la llama. Es evidente que esta descomposicion puede tambien operarse en vasos cerrados, recoger sus productos gaseosos y utilizarlos para el alumbrado inflamándolos á la salida de los mecheros, que para el efecto se dispondrán del modo mas conveniente.

Cuando M. Taylor hizo conocer este modo de estraer el gas, se formaron algunas objeciones fundadas contra su in-

vencion. Si los hombres, se decia, hubieran conocido desde luego el alumbrado de gas y de repente se hubiera anunciado que se habia descubierto el medio de condensar este gas en un líquido oleoso, y aun en una materia sólida, se hubiera mirado este descubrimiento como una gran mejora en el arte del alumbrado. En efecto, bajo estas dos formas la materia puede trasportarse fácilmente sin peligro ni aparato particular; por medio de los quinqués, velones y demas aparatos de esta clase se produce una llama muy hermosa con el combustible líquido; y con el combustible sólido elaborado en bugía ó en velas, puede tambien obtenerse un hermoso alumbrado. En uno y otro caso el volúmen de la materia se halla prodigiosamente disminuido, no hay necesidad de aparatos cerrados herméticamente, las luces no tienen una posicion fija y determinada en las habitaciones, no hay necesidad de construir con grandes gastos, unos gasómetros inmensos, conductos subterráneos, etc.

M. Taylor anunció que el aceite trasformado en gas ganaba en poder alumbrante en la relacion de 134 á 100; pero el razonamiento indicaba que estos resultados eran erróneos, porque la descomposicion del aceite no puede jamás conducirse con bastante cuidado para que no se deposite cierta cantidad de carbon y esperimente por esta causa una disminucion notable en la cantidad de materia combustible, contenida en el gas. Este error fué mas adelante reconocido por los señores Payen y Berard, y á las objeciones anteriormente citadas, es preciso añadir todavia, que hay siempre una pérdida de luz quemando el aceite bajo la forma de gas en vez de emplearle en quinqués y aparatos de esta clase bien construidos.

A pesar de todos estos razonamientos, el establecimiento

de M. Tailor tuvo un grande éxito. La causa principal de este resultado, debe atribuirse á la estremada sagacidad con que todas las partes de sus aparatos fueron concebidas y ejecutadas. El gas que preparaba era el mejor que se puede obtener; los mecheros en que se quemaba presentaban las disposiciones mas favorables y realizaban el máximo de luz que permite la práctica. En fin, el aceite empleado no podia servir directamente para el alumbrado ordinario, porque solo se consumia en el establecimiento aceite de bacalao, cuyo olor es demasiado fuerte para poderlo usar en los aparatos de alumbrar las habitaciones de la clase pudiente de la sociedad. A todo esto debemos añadir, que el alumbrado de los quinqués en Inglaterra, dista mucho de haber llegado al grado de perfeccion que presenta en Francia, de manera que los consumidores ganan en efecto en quemar la misma cantidad de ulla bajo la forma de gas, en vez de emplearla bajo la forma ordinaria.

650. La preparacion del gas de aceite es por otra parte muy sencilla. Se coloca en un horno (Lám. 16, fig. 1), un cilindro de fundicion A lleno de fragmentos de cokc; se eleva la temperatura de este cilindro hasta el grado rojo naciente. Un tubo B conduce el aceite á este aparato. Este tubo comunica con un recipiente C que contiene aceite y mantiene siempre su mismo nivel por medio del tubo D, en el cual una llave E vierte una cantidad de aceite proporcional á la que pasa por el tubo B. El aceite que cae á la retorta, se ve precisado á pasar por todo el cokc caliente; se descompone en gran parte, se trasforma en gas y se escapa por el tubo F. Este vuelve al recipiente C, se introduce algunas líneas en el aceite, y el gas al atravesar este recipiente deposita una porcion del aceite sin descomponer que habia arrastrado con él.

Por último, el gas pasa al tubo G que le conduce al gasómetro. Este tubo debe tener una doble pendiente para que el resto del aceite arrastrado por el gas, pueda detenerse en el camino y venir á reunirse al recipiente I.

651. El cokc contenido en la retorta tiene por objeto el multiplicar los puntos de contacto, formando una superficie caliente mucho mayor para facilitar por este medio la descomposicion del aceite. Es evidente que hay que tener sumo cuidado con mantener siempre una temperatura igual y conveniente en la retorta. Si esta temperatura es demasiado debil dejará escapar una porcion considerable de aceite sin descomponer; y si es demasiado fuerte, producirá un depósito de carbon haciendo pasar una parte del gas al estado de hidrógeno semi-carbonado ó de hidrógeno libre. Este último efecto se manifiesta siempre en parte, sea cualquiera el cuidado que se ponga para evitarle y el cokc empleado solo puede servir durante quince dias. Al cabo de este tiempo el depósito de carbon obstruye las cavidades, y es preciso renovarle, pero este cokc se aplica despues como combustible.

Los aceites ordinarios producen al rededor de 830 litros de gas (1645,7240 cuartillos) por kilógrama (2,81 libras).

652. El éxito de estos establecimientos depende mucho del precio de los aceites que se emplean. Los que se aplican para este uso en Inglaterra, son muy fovorables. Estos son los aceites de pescado sin purificar, que no podria tener otro empleo mas ventajoso. En Francia emplean el aceite de semillas igualmente sin purificar: pueden sustituir á éste los aceites de trementina, de naphta, etc. M. de Arcet se ha servido de la materia grasa de las aguas de jabon que han servido en las fábricas. Esta materia se estrae saturando la sosa por medio del ácido sulfúrico ó hidro-clórico; los cuer-

pos grasos que contienen el jabon se separan al instante y sobrenadan en la superficie del líquido. Esta aplicacion merece la atencion de los numerosos fabricantes de tejidos, que emplean grandes cantidades de jabon, y que podrian sacar utilidad de un producto que hasta el presente han dejado perder.

653. En estos últimos tiempos se ha propuesto el empleo de las semillas oleajinosas para reemplazar á los aceites. Esta idea no ha tenido resultado ni debe tenerlo, porque los trasportes son mas costosos y ademas se pierde el precio del resíduo, lo que compensa con mucho la diferencia que hay entre el aceite estraido y el que está por estraer. El leñoso de estas semillas produce tambien gas, pero es necesario elevar mucho la temperatura y esto perjudica á la buena calidad del gas del aceite; ademas el gas estraido de la parte leñosa, es de muy mala calidad para poder compensar la diferencia.

Por último, las semillas oleaginosas contienen siempre azufre, y se produce ácido hidro-sulfúrico: en una palabra por medio de las semillas, se obtiene un gas que ninguna ventaja tiene sobre el de la ulla, despues de no producir coke siendo este uno de los elementos mas principales de estas fábricas.

Alumbrado de gas por la ulla.

654. Si la preparacion del gas del aceite es sencilla, no se halla en el mismo caso la del gas de la ulla. Los productos obtenidos se complican con la presencia del ácido hidro-sulfúrico y de una gran cantidad de brea, cuyas sustancias es preciso preparar con cuidado.

El aparato puesto en uso en la actualidad para la produccion del gas de la ulla, puede subdividirse en siete partes (Lám. 16, fig. 2).

1.° Las *retortas a*, destinadas á operar la descomposicion de la materia.

2.° El *barrilete bb*, aparato que hace funciones de un frasco de Woulf, partiendo los tubos que conducen el gas desde las retortas, vienen á introducirse en el líquido que contiene el barrilete. Por esta precaucion cada retorta se encuentra aislada del resto del aparato, de modo que las pérdidas de gas, las interrupciones de trabajo y los accidentes que esperimente cualquiera de ellas no puede influir nada en el conjunto. El barrilete está por lo comun colocado inmediatamente sobre las retortas (fig. 7); otras veces tambien suele hallarse mas distante.

3.° El *condensador*.—Este está formado de un sistema de tubos refrigerantes colocados vertical ú horizontalmente y rociados con agua fria. Estos tubos sirven para condensar la brea arrastrada por los gases, y esta se cuela por el tubo *dd*.

4.° El *depurador*.—En este aparato es donde se purga del ácido hidro-sulfúrico ó carbónico el gas privado ya de la brea. Otras veces emplean para este objeto unas cubas medio llenas de lechada de cal, en las cuales se introduce el tubo conductor del gas; pero como se lava mal, á causa del poco contacto que hay entre el gas y la cal, se han sustituido á este diversos sistemas de lavaderos, que han tenido todos el inconveniente de establecer una presion demasiado fuerte en las retortas. En la actualidad se emplean para este objeto dos cajas en las cuales se coloca un lecho espeso de eno que se rocia bien con lechada de cal. Por esta feliz disposicion debida á M. Berard, el gas atraviesa una capa de cal húmeda, de una superficie inmensa; sin esperimentar ninguna presion, entra en el depurador por la parte inferior, y sale por la de

arriba despues de haber atravesado toda la capa de eno.

5.° El *gasómetro*, gran campana de chapa de hierro barnizada, á la cual viene á reunirse todo el gas purificado.

6.° Los *tubos* que parten del gasómetro y conducen el gas al sitio del consumo.

7.° Los *mecheros* á donde se efectúa la combustion del gas.

655. Lo que acabamos de esponer basta para dar una idea del alumbrado de gas por la ulla; pero es necesario desenvolver ahora cada una de las partes que constituyen este arte notable.

Ya hemos visto que la ulla espuesta á un calor rojo fuerte en un vaso cerrado ó en una retorta, se descompone rápidamente y suministra los productos siguientes: cokc, brea ó aceite, agua, amoniaco, gas hidrógeno semicarbonado, gas hidrógeno carbonado y óxido de carbono, gases útiles todos para el objeto en cuestion, y ademas ácido carbónico que no puede servir de nada, ácido hidro-sulfúrico y sulfuro de carbono que son muy perjudiciales, porque forman al quemarse ácido sulfuroso.

Las cantidades relativas de cada uno de estos cuerpos son muy diferentes, no solo en razon de las variedades que presenta la ulla, sino tambien conforme á la temperatura á que se opera la descomposicion. La esperiencia ha demostrado que la cantidad de aceite ó de brea, asi como la de cokc, es mayor cuando la temperatura de la descomposicion es baja que cuando estos productos se forman á espensas de una temperatura elevada. Lo contrario sucede con la cantidad de gas; esta es siempre mayor á una temperatura elevada que á una temperatura baja, es decir, que se obtiene tanto mas gas cuanto menor es la cantidad de brea que se forma. Las re-

tortas en que se destila la ulla deben escogerse de tal calidad que puedan soportar un *fuerte calor rojo*, y deben colocarse de manera que se hallen espuestas con la mayor igualdad posible en todas sus partes, á esta alta temperatura.

656. Cuando una retorta llena de ulla se halla sometida á la accion del calor, la descomposicion empieza naturalmente en las partes que tocan á sus paredes, y se forma bien pronto una capa de cokc, cuyo espesor va aumentando sin cesar. Para llegar el calor á las partes interiores de la materia debe penetrar esta capa, y como el cokc es mal conductor del calor, resulta que á medida que esta capa va siendo mas gruesa la produccion de gas debe ir disminuyendo.

Es por lo tanto de suma importancia el dar á las retortas una forma tal, que el espesor de la capa de ulla sea poco considerable. Se han ensayado retortas de formas muy variadas; pero algunas de estas que desde luego habian parecido ventajosas, han sido desechadas mas adelante. En general, estos vasos son tanto menos convenientes cuanto mas se alejan de las condiciones necesarias para el efecto que acabamos de indicar.

En el principio de este arte se emplearon unos vasos de fundicion, pero estos vasos tenian entonces una forma mas ó menos esferoidal, análoga á la de una marmita ó de una retorta ordinaria, lo que hacia la carga y descarga del aparato muy dificil. (An. de las Artes, t. 48, pág. 226.)

Mas adelante sustituyeron los cilindros de fundicion á las retortas y conservaron el nombre de estas bajo el cual los distinguiremos siempre.

Segun lo que acabamos de esponer la forma de los cilindros es preferible á la de las marmitas; pero adoptando en lo general para esta forma la de un tubo, se han practicado

diversos ensayos con el fin de modificarla. Es necesario observar para juzgar del valor de estas modificaciones, que la dilatacion de estos vasos debe ser muy uniforme, que estos deben presentar una gran superficie á la llama y que ademas, como ya hemos dicho, la capa de ulla debe ser todo lo delgada posible. Facil es advertir segun esto, que una retorta prismática no podria llenar la primera de estas condiciones; los ángulos ofrecen siempre mas espesor que las caras. Las retortas cilíndricas no serán mas ventajosas porque no llenarán la segunda ni la tercera de estas condiciones enunciadas. En Francia se da á las retortas la forma de un cilindro aplanado, cuya seccion será al poco mas ó menos elíptica. En Inglaterra se prefieren unos vasos, cuya forma es elíptica tambien en la parte superior, pero la porcion inferior cóncava se replega un poco hácia adentro de manera que se reduce cierta cantidad el espacio interior de la retorta. Estas últimas deben tener algunas ventajas sobre las retortas elípticas, por lo menos en ser mas delgada la capa de ulla, y en que pueden resistir á una presion mas fuerte. La dilatacion de la retorta que se efectúa en la parte de abajo primero que en la de arriba, tiende mas bien á tapar las hendiduras que no á descubrirlas si alguna pudieran tener. En la fig. 3, 4, 5 de la lámina 16 se advierten las diversas secciones de estas retortas.

657. Las primeras retortas cilíndricas fueron construidas de una sola pieza, pero se advirtió bien pronto que su parte anterior resistia mucho mas tiempo que lo restante de la retorta, y se hicieron estas de dos piezas, fig. 6. La parte *a* de la retorta es un simple cilindro tapado por un estremo y abierto por otro. La estremidad cerrada tiene una prolongacion ó cola maciza de fundicion, que se introduce en la fábrica y sirve para sostener lo retorta. La estremidad abierta es-

tá provista de un reborde plano y de dos orejas destinadas á recibir una traviesa ó puentecillo donde tiene su matriz el tornillo que comprime la tapa. La cabeza de la retorta esta abierta por sus dos estremos; por uno de ellos está dispuesta de modo que adapta perfectamente á la retorta pudiendo aplicarse las dos piezas una sobre otra: por medio de dos tornillos se mantienen fuertemente cerradas. Las uniones se llenan de lodo ordinario hecho con limaduras de hierro, azufre y sal amoniaco. Hácia la parte anterior de la cabeza se halla el tubo por donde se desprende el gas. La abertura anterior está en forma de visel para recibir un disco, cuyos bordes son ligeramente cónicos y sirve de tapa. Este está fijo por medio de un tornillo que pasa al través de una tuerca colocada en el centro del puente ó traviesa de hierro de que ya hemos hecho mencion; esta traviesa debe ser movible para facilitar la carga y descarga. Se fija en el punto *b* sobre el cual debe girar verticalmente por medio de una charnela, y en el punto *c* se mantiene por una clavija ó pasador muy fuerte. Para cargar ó descargar basta quitar el pasador y aflojar el tornillo, sale la tapa y deja libre la abertura de la retorta.

Los bordes del disco que sirve para cerrar la retorta deben enlodarse con barro cada vez que se cierra.

658. En cada horno se colocan ordinariamente cinco retortas que se calientan por tres fogones. En la lám. 16, fig. 7, se vé la elevacion de estos hornos, y su corte en la fig. 8.

Estos hornos son de ladrillos. Los que forman lo interior del fogon, deben ser muy refractarios porque soportan una temperatura muy elevada y continua.

Las cinco retortas estan colocadas en un espacio que tiene la forma general de un horno *e*, *e*, debajo se encuentran

los tres fogones *fff* provistos de sus ceniceros *c c c*. Cada uno lanza su llama sobre el horno por las aberturas *m*, *m*, *m*; esta, despues de haber circulado todas las retortas se escapa por las salidas *o*, *o*, *o*, viene al espacio vacío *d*, *d*, *d*, que está sobre la bóveda, y va á perderse á la chimenea general. Es necesario escoger con el mayor cuidado los ladrillos que forman la bóveda *g*, *g*, porque ella es la que soporta la mayor temperatura en razon de su aislamiento.

Las retortas estan fijas por sus dos estremos á las paredes de atrás y de adelante del horno. Pueden levantarse muy bien una ó dos sin que peligren las demas; este punto es muy importante en un sistema de trabajo como este que rara vez debe ser interrumpido.

La chimenea debe ser comun para todos los hornos del establecimiento. Es preciso por lo tanto, que su menor abertura sea igual á la suma de todos los conductos parciales que desembocan en ella.

Despues de haber descrito la construccion de cada horno en particular, no será inútil considerar su reunion.

En el establecimiento de alumbrado que existe en la villa de Glasgow, han adoptado una disposicion muy cómoda: han establecido un aparato susceptible de producir 50,000 pies cúbicos de gas en veinticuatro horas. Las retortas cuyo númuro es de veinticinco, están colocadas en círculo al rededor de una chimenea cónica con la cual comunican los fogones particulares de cada una de ellas. El area del centro forma un recipiente para las cenizas de diversos fogones, que caen naturalmente á causa de una pendiente á propósito que tienen sus ceniceros. Al rededor de las retortas hay un espacio circular, destinado para poder servir con desembarazo las retortas y los fogones. En la parte de afuera de este cír-

culo se halla el almacen de ulla. Cada horno está provisto de una chimenea prrticular que se eleva un poco en lo interior del cono. Estando independientes del cono las chimeneas y los hornos, pueden muy bien hacerse los reparos en cualquiera de los fogones y sus dependencias, sin tocar ni á la gran chimenea ni al fogon vecino.

659. *Barriletes.*—Este aparato es tan sencillo, que resta poco que añadir sobre lo que hemos dicho. Por lo comun son de fundicion.

Sus principales disposiciones se advierten en la fig. 7. Los tubos que parten de las retortas, se elevan y vienen á introducirse una pulgada en el líquido que contiene el barrilete. Esta es la única presion que sufren las retortas, las que por esta disposicion se hallan todas aisladas. La altura á que se encuentra la curvatura del tubo conductor, es esencial para producir en caso necesario una presion capaz de contrarestar á la que se ejerceria por el gasómetro. Cualquiera irregularidad que pueda suponerse en el movimiento de este, no puede suceder jamás el que llegue á refluir el líquido del barrilete hasta la parte superior de la curvatura del tubo. Para evitar por otra parte en las retortas una presion inútil y desembarazar ademas el barrilete de la brea que se reune en él, se le adapta un tubo encorvado *n*, por el cual corre constantemente el esceso del líquido.

660. *Condensador.*—El uso del condensador es como ya hemos indicado, el de purgar al gas de la brea y del agua que se volatilizan en el momento de la descomposicion.

Para esto basta hacer pasar el gas á través de largos tubos de fundicion redeados de agua fria. Estos deben estar ligeramente inclinados. En la parte mas baja se coloca un tubo derecho, que va á introducirse en el foso donde deben

reunirse todos los líquidos condensados. Para evitar cualquiera pérdida de gas, es necesario que estos tubos se hallen constantemente introducidos en el líquido algunas pulgadas.

661. *Depurador.*—Cuando el gas está purgado de la brea y del agua amoniacal, es preciso privarle todavia del ácido hidro-sulfúrico. Puede asegurarse que hasta el presente no se ha llenado completamente esta condicion. De aqui proviene el olor fétido que exhala el gas cuando se escapa sin sufrir la combustion, y tambien el olor de ácido sulfuroso que esparce muchas veces cuando se quema. Es posible que estos efectos en parte puedan atribuirse á un poco de sulfuro de carbono en vapor; pero lo cierto es que las mas veces, el gas que se distribuye á los consumidores, contiene bastante ácido hidro-sulfúrico para ennegrecer con prontitud las sales de plomo, cuyo efecto no produce el sulfuro de carbono. No se conoce ningun medio para privar al gas del sulfuro de carbono: pero hay muchos que pueden purgarle del ácido hidro-sulfúrico.

Hasta el presente se han limitado al empleo de la cal al estado de hidrato. Todos los ensayos que se han hecho han tenido por único fin el poner en contacto el gas con la cal sin ejercer presion sobre él.

662. El mas sencillo de todos estos aparatos es el que se halla representado en *m m* fig. 2. Este es el aparato de M. Berard. Anteriormente se hacia pasar el gas por un tubo inclinado, dividido por dos semi-diáfragmas, y atravesado por una espiga que llevaba dos barillitas terminadas en forma de cuchara. Por la parte de arriba se hacia llegar cierta cantidad de lechada de cal, y por la parte de abajo se introducia el gas. La espiga estaba animada de un movimiento de rotacion, y la lechada de cal caia desde luego sobre la cuchara y

era lanzada á las paredes del cilindro, y cayendo del uno al otro diafragma se presentaba en forma de lluvia á la accion del gas. En la parte inferior del tubo habia otro tubo de descarga que conducia la lechada de cal á un recipiente. En la parte de arriba habia otro tubo que llevaba el gas purificado al gasómetro. Para economizar el motor sustituyeron la cal hidratada pulverulenta á la lechada de cal, y se llenaban unos vasos que el gas debia atravesar; pero éste se abria paso y no pudiéndose renovar los puntos de contacto, las porciones de cal que encontraba realmente se hallaban bien pronto saturadas é inertes. M. Berard modificó este procedimiento de una manera ventajosa, multiplicando las superficies de contacto del hidrato, con el cual espolvoreaba cierta cantidad de heno humedecido. El paso del gas se hacia mas facil al través de esta especie de esponja, y la presion era nula al poco mas ó menos. Despues se ha sustituido al heno con el musgo mezclado con cal. Por este medio adoptado generalmente en el dia, se esperimenta una economía sobre la cal, y la purificacion sale mejor; pero el gasto de cal importa poco con tal que la purificacion sea completa, aunque se emplee cerca de un hectólitro de cal (1,79909 fanegas) para 10,000 pies cúbicos de gas.

663. Para llegar á una depuracion conveniente será preciso separar distintamente las dos operaciones. Debiendo hacerse la preparacion del gas bajo una débil presion, deberá recibirse éste en un gasómetro particular, colocado inmediatamente á la salida del condensador. Una vez lleno este gasómetro se hará pasar el gas al través de los depuradores, de donde saldrá para otro gasómetro.

El gas se estraerá del primer gasómetro por medio de unas bombas que le harán pasar al segundo, haciéndole atra-

vesar tantas capas de lechada de cal cuantas sean necesarias. Esto mismo ha practicado M. d' Arcet en el hospital de San Luis, con la diferencia de que las bombas estraian directamente el gas de los condensadores, ó mas bien de las mismas retortas.

Se ha hecho aplicacion en grande de este sistema en la fabricacion francesa; pero las bombas han sido reemplazadas por una rosca de Archimede, fig. 9, puesta en movimiento por una máquina de vapor de la fuerza de dos caballos. Estas disposiciones evitan la mas ligera presion del gas sobre las retortas, y permiten establecer en el gasómetro la presion necesaria para su salida.

664. *Gasómetro.*—Este es una gran campana que se introduce en un depósito lleno de agua. Este depósito puede ser de madera si el gasómetro es muy pequeño; pero estas cubas ademas de presentar por la contraccion de la madera una separacion en sus junturas cuando no estan llenas de agua constantemente, no pueden tampoco resistir á la presion que ocasiona la gran masa de agua en que tienen que soportar los depósitos que surten á las poblaciones grandes. Los depósitos de fabrica sólidos edificados debajo de tierra surten muy buen efecto aun en las mayores dimensiones. (Véase fig. 1). La compañía francesa de París ha construido un depósito de 100 pies de diámetro por 50 de profundidad. En Inglaterra prefieren los depósitos circulares de fundicion; estos estan formados de planchas unidas por medio de pasadores. Estos depósitos tienen ademas la ventaja de poderse registrar por todas partes, lo que permite reparar con facilidad las degradaciones á medida que se manifiestan (fig. 2).

En Francia presentan estos depósitos menos ventajas que

en Inglaterra, porque la fundicion es mas cara y los trabajos de albañilería mas baratos.

665. Los gasómetros estan formados de chapa de hierro de una línea de espesor, y reunidas por un reborde fuerte y apretado; para preservarlos de la oxidacion se cubren con una capa de brea caliente, que se renueva todos los años. El gasómetro tiene siempre un peso tan considerable que si no estuviera sostenido por un contrapeso que forma equilibrio, el gas para llegar á él tendria que vencer una presion enorme que no podrian soportar mucho tiempo ni los lodos ni las retortas.

666. El método ordinario de suspension está representado en la figura 2. Este se compone como se advierte de una cadena que resbala sobre dos poleas, y lleva á su estremidad unas pesas de fundicion en cantidad suficiente para formar equilibrio con el peso del gasómetro que está sumergido en el agua: pero este equilibrio no puede existir cuando el gasómetro sale del agua, porque la porcion que sale al aire ejercerá una presion mayor que antes cuando estaba sumergida en el agua, y la cantidad de cadena que va corriendo al lado de los pesos cambiará las condiciones de equilibrio de las dos partes del sistema.

Fijando un poco la atencion es facil advertir que este pase de la cadena puede suministrar un remedio bastante sencillo para compensar las variaciones de peso que esperimenta la campana. Efectivamente, cuando esta sale del agua aumenta en peso una cantidad igual al del agua que desaloja, y disminuye al mismo tiempo en lo que pesa la porcion de cadena que ha corrido al lado opuesto. Por otra parte, el esfuerzo del contrapeso aumenta precisamente cuanto pesa esta porcion de cadena que ha corrido hácia su lado. El equi-

librio subsistirá, pues, en todas las situaciones del gasómetro si el peso de estas dos porciones de cadena ó el doble del peso de una de ellas es igual al peso del agua desalojada por la porcion de gasómetro que salga del agua durante su movimiento, lo que equivale á decir que el peso de una porcion cualquiera de la cadena debe ser igual á la mitad del peso del agua desalojada por una zona del gasómetro igual á la longitud de la cadena que ha corrido.

Asi es en efecto como se practica. Estas cadenas son muy pesadas, pero su uso es muy cómodo.

667. Este medio tan sencillo no puede aplicarse al gasómetro que representa la figura 1. Aqui el depósito está debajo de tierra, y ha querido evitarse que los soportes que sostienen las poleas sobre que gira el contrapeso, no hicieran en las paredes del foso un esfuerzo capaz de destruirlas. Asi está dispuesto, de modo que este esfuerzo le soporta esclusivamente el mismo fondo del depósito. En el centro de éste, se eleva una columna hueca de fundicion ; en su parte superior lleva las poleas, sobre las cuales corre la cadena que sostiene al gasómetro, y el contrapeso desciende por el interior de esta columna. Se observa que la campana del gasómetro debe tener una forma particular. En efecto, esta campana lleva en su centro un agujero algo mayor que el diámetro de la columna; á este agujero va perfectamente engastado un tubo de chapa de hierro de la misma longitud que la campana, y por el cual pasa la columna, pudiendo por este medio correr el gasómetro de alto á bajo con facilidad, sin que el gas pueda escaparse por este agujero. En la gran corona que forma el gasómetro es á donde se deposita el gas.

Segun esta disposicion, es evidente que el movimiento de la cadena sobre la polea no es igual al movimiento vertical

de la campana. La diferencia varía segun la posicion del gasómetro, y esta diferencia es tanto mayor cuanto mayor es la elevacion del gasómetro. El peso de la cadena no debe por lo tanto ser uniforme, si se quiere que haya siempre compensacion al esceso de peso que la campana adquiere al salir del agua.

Estos gasómetros son mas económicos que los precedentes, porque se evita una armadura fuerte y costosa para la suspension del contrapeso, y ademas no hay necesidad de construir un aparato destinado á sostener el gasómetro en la vertical á medida que se va elevando, porque la misma columna que pasa por su centro llena perfectamente esta condicion.

668. M. Gengembre propuso el empleo de un gasómetro semejante á los tubos de un anteojo para evitar el uso de los depósitos dispendiosos y profundos. Esta idea ha sido puesta en práctica recientemente en la fábrica real de Paris. La figura 14 representa su construccion. Se advierte que este gasómetro está formado de muchos tubos ó zonas iguales entre sí, y mas cortas que la profundidad del foso. Estas zonas estan unidas por unas canales que se hallan constantemente llenas de agua que impide toda comunicacion con el aire esterior. A medida que el aparato desciende, las zonas se separan una de otra, pero esta separacion no da principio hasta que la parte inferior de cada zona ha llegado al agua del depósito.

En la misma fábrica se ha ensayado un contrapeso de agua. Este consiste en una caja que estando llena de agua hace equilibrio al gasómetro suponiéndole en el aire. A medida que éste se sumerge la caja se desocupa y el equilibrio se mantiene por este medio.

669. *Tubos de conduccion.*—Deben esperarse algunos detalles sobre el sistema de tubos que conducen el gas por las diversas ramificaciones que exige el alumbrado de una ciudad. Para la conduccion del gas se emplean con preferencia los tubos de fundicion que se unen con el mayor cuidado, y cuando el gas ha llegado á las casas particulares se distribuye por medio de tubos de plomo. Tambien pueden construirse para este efecto tubos de cobre, de hoja delata, laton, etc. En cuanto á las dimensiones de estos tubos debe tenerse presente que un conducto de seis pulgadas de diámetro bajo la presion de una pulgada de agua deja pasar 6000 pies cúbicos de gas por hora, sin contar una gran parte que se detiene por la resistencia debida al rozamiento con las paredes del tubo.

670. Cuando se trata de distribuir el gas en una poblacion grande es muy cómodo el colocar el aparato en una situacion central, porque habiendo menos distancias á los puntos de distribucion pueden ser los tubos de dimensiones mas pequeñas. Las mas veces sin embargo las fábricas de gas estan en las estremidades de la ciudad; y esto indica que la eleccion del sitio está determinada por su precio. Los principales canales de distribucion deben tener un diámetro suficiente para la trasmision del gas necesario al consumo de una noche. Puede sin embargo disminuirse notablemente el volúmen, y por consecuencia los gastos que ocasiona el establecimiento de estos conductos, llegando al mismo tiempo á regularizar mucho mejor la distribucion, disponiendo unos gasómetros particulares en diversos puntos del interior ó esterior de la poblacion y llenando durante el dia estos almacenes de gas. Dejando por este procedimiento mas tiempo disponible para el paso del gas del gasómetro principal á los gasómetros auxi-

liares, el diámetro de los tubos de comunicacion puede disminuir en proporcion inversa del tiempo que se emplea en este paso; este sistema de comunicacion de gasómetro á gasómetro puede proporcionar ademas un enlace á propósito en las distribuciones particulares que se hallen al paso.

Este mismo método de distribucion han adoptado para el alumbrado de Glaswou. El gas se produce en un solo establecimiento situado casi fuera de los arrabales. Allí hay un gasómetro que contiene 25000 pies cúbicos de gas y en diversos cuarteles hay otros tres gasómetros del mismo volúmen. De esta disposicion resulta que los conductos principales son de un volúmen la mitad menor que el que exigiria un sistema, en el cual los gasómetros estuvieran reunidos y colocados cerca de las retortas.

671. Hemos observado anteriormente que una presion igual á media ó una pulgada de agua, es la que se emplea ordinariamente para hacer la combustion del alumbrado. Sin embargo, no son estos límites fijos ni tal vez los mas convenientes. Debe haber en ellos modificaciones en atencion á que cuando hay que suministrar el gas es necesario partir desde el mismo gasómetro hasta los mecheros, cuyas diferencias de nivel son muy considerables; las presiones que ejerce el gasómetro deberán ser inversamente proporcionales á las presiones de la atmósfera respectivamente sobre cada uno de los mecheros.

672. Los tubos que recorren las calles deben estar bastante sumergidos en tierra para que no esperimenten las variaciones de temperatura tan frecuentes y tan repentinas capaces de causar dilataciones y contracciones demasiado grandes y rápidas.

Como sus junturas deben estar herméticamente cerradas se dedica á este punto el mayor cuidado.

La fig. 10 representa dos tubos enchufados uno en otro; uno de ellos termina por una salida circular *aa* que apoya en la garganta del otro tubo, en cuyo fondo se coloca un rodete de cáñamo embreado; los dos estremos de los tubos llevan unas canales circulares. Tienen ademas cuatro orejas destinadas á recibir unos tornillos por medio de los cuales se comprime fuertemente la union, y de consiguiente el rodete de cáñamo embreado; en seguida se enloda con tierra el contorno de la abertura que ha quedado entre los dos estremos, se practica un agujero en la parte superior del lodo y se hace correr por él plomo fundido hasta llenar el espacio *oo* que estaba vacío; se levanta la tierra y se comprime fuertemente el anillo de plomo por medio de los tornillos.

Los conductos de distribucion para las casas particulares son de plomo, tienen un diámetro de 6 á 9 líneas para 6 ú 8 mecheros; pero en general vale mas que el diámetro de estos tubos sea mayor, porque la luz vacilará menos. Algunas veces suele darse hasta dos pulgadas al diámetro del tubo principal de distribucion para 20 á 30 mecheros.

673. *Mecheros.*—Cuando el gas ha llegado al sitio del consumo ya se le hace salir por un mechero sencillo, ya análogo por la forma general á los mecheros de Argant.

En el primer caso el tubo del agua se halla terminado por una punta roma atravesada por un agujero que da salida al gas. A poca distancia de la punta hay una llave que solo se abre en el momento en que se quiere inflamar este.

Algunas veces en vez de agujero se hace una rendija que tiene la ventaja de producir una llama mas ancha.

Estas disposiciones solo se emplean en el alumbrado de

las calles, donde es mas conveniente la economía sobre los tubos de vidrio que sobre el gas. Cuando éste por el contrario se emplea para alumbrar las habitaciones conviene mas que la llama esté fija, porque se la rodea de una chimenea ó tubo de vidrio.

El mechero entonces se asemeja al de una lámpara de Argant. El tubo conductor del gas termina por un anillo, cuya cara superior está formada por una lámina de acero atravesada de varios agujeros (fig. 15). Mas adelante veremos cuales son las condiciones mas favorables, tanto con respecto al número de agujeros cuanto al diámetro de estos; veremos tambien cual es el diámetro mas favorable para el anillo y para la chimenea de vidrio (682).

674. Volvamos entre tanto sobre la marcha general de la operacion.

Ya hemos indicado (611) las cualidades que es necesario buscar en las ullas destinadas al alumbrado. Debemos añadir solamente que una ulla que contiene mucha cantidad de bisulfuro de hierro debe desecharse cualquiera que sea por otra parte su composicion. En igualdad de circunstancias deben preferirse las ullas menos sulfuradas; muchas veces será necesario concedérsela á las ullas pobres en hidrógeno, solo porque contienen menos sulfuro de hierro, sino se las puede comparar sino con ullas muy ricas en hidrógeno, pero al mismo tiempo muy sulfuradas.

En la destilacion en grande

			Cuartillos.
1 kilóg. (2,18 libras de cannel-coal produce.	320 litros de gas.		634,4960
1 id. de ulla ordinaria inglesa....................	230......	id.........	456,0440
1 id. de ulla del norte de la Francia............	210......	id.........	146,3880

Pero estas cantidades pueden variar, bien sea por el tiem-

po que dure la destilacion, bien por la temperatura á que se efectúe.

675. Para preparar el gas se elevan desde luego las retortas hasta el grado rojo cereza, calentándolas ya por medio de la ulla, ya por el cokc. Se cargan en seguida de ulla, siendo la cantidad que puedan contener 100 kilógramas (218 libras) cuando tienen 5 pies de longitud y 15 pulgadas de diámetro. Es necesario estender la ulla en toda la longitud del cilindro, teniendo cuidado de dejar por todas partes el espacio conveniente para la dilatacion del cok. Se pone el disco de fundicion despues de haber llenado el borde del lodo terroso, y se cierra fuertemente por medio del tornillo.

Despues de esto la operacion se abandona á sí misma, y debe durar seis horas. Durante este tiempo es necesario mantener una temperatura conveniente. Si es demasiado baja se obtiene mucha brea y poco gas; si demasiado elevada se obtiene mucho gas; pero está formado de una gran cantidad de hidrógeno semi-carbonado, y aun de hidrógeno libre; en este caso es á la vez muy ligero y poco brillante.

De todos modos se produce siempre brea que se detiene ya sea en el barrilete, ya en el condensador, juntamente con el agua formada que se volatiliza. El ácido hidro-sulfúrico y el ácido carbónico son absorvidos por la cal, y en fin, la mezcla formada por el carburo de hidrógeno en vapor, el hidrógeno carbonado, semi-carbonado, y el óxido de carbono pasan al gasómetro.

Cuando la operacion ha terminado se afloja el tornillo, se dan algunos golpes sobre el disco para hacer saltar el lodo, el gas se escapa por las hendiduras, se le pega fuego y se levanta el obturador. Por medio de esta precaucion se evita la pequeña detonacion que se produce en el momento

de la entrada del aire en la retorta candente. Bien se advierte que ínterin la retorta está abierta el barrilete intercepta toda comunicacion con lo restante del aparato ; se estrae el cokc por medio de un hierro largo y á propósito, se estiende por el suelo con prontitud, y muy en breve se apaga por sí mismo; se carga la retorta de nuevo y la operacion vuelve á empezar.

La descarga y la carga de una retorta no debe durar arriba de dos ó tres minutos.

Un hectólitro de ulla (1,79909 fanegas) produce al poco mas ó menos uno y medio de cokc y exige 0,h7 (1,259363 fanegas) de este mismo cokc para su destilacion, suponiendo que dure seis horas solamente.

El gas y el cokc que queda por consumir son los únicos productos vendibles en estas fábricas. Efectivamente, la brea apenas tiene empleo; se suele aprovechar para producir gas, sometiéndola á un calor rojo despues de haber humedecido unos fragmentos de cokc que se ponen en las retortas. Las aguas que se condensan con la brea son un poco amoniacales, pero demasiado poco para dar orígen á una esplotacion lucrativa. En fin, la cal que ha servido para privar al gas de su ácido no tiene empleo ninguno.

676. *Composicion del gas.*—Esta composicion varía segun la naturaleza de las materias que se emplean para producirle, segun la temperatura á que se forma, y cuando el gas es de la ulla, segun el periodo de la operacion á que ha sido recogido.

El gas de la ulla se compone de carburos de hidrógeno descubiertos por M. Faraday, de hidrógeno carbonado y semi-carbonado, de óxido de carbono, de hidrógeno libre y de un poco de azoe. Su densidad es variable, pero cuando está bien

preparado debe ser igual á la del aire, ó al menos de 0,8 á 0,9.

La tabla siguiente ofrece cuatro ejemplos de esto mismo. El número 1 y 2 han sido preparados á la temperatura roja, y el número 3 á la temperatura mas baja que puede emplearse para la descomposicion del aceite. Estos gases habian sido preparados por M. Henry. El número 4 provenia del establecimiento de M. Taylor en Londres, á donde se preparaba el gas con aceite de abadejo.

El gas absorvido por el cloro, es una mezcla indeterminada de carburos en vapor y de hidrógeno carbonado.

Números.	Densidad.	100 volúmenes. Consumen oxígeno.	Producen ácido carbónico.	Contienen. Gas absorvido por el cloro.	Hidróg. semi-carbonado.	Oxido de carbono.	Hidrógeno.	Azoe.
1	0,464	116	61	6	28,2	14,1	45,1	6,6
2	0,590	178	100	19	32,4	12,2	32,4	4
3	0,758	220	130	22,5	50,3	15,5	7,7	4
4	0,906	260	158	38	46,5	9,5	3	3

Parece á primera vista que la densidad y composicion del gas de aceite deberia ser al poco mas ó menos constante, puesto que la materia empleada es siempre la misma, y que la operacion no presenta variaciones en las diversas épocas como sucede siempre en la ulla. En la tabla precedente observamos que la densidad está en una razon suficientemente constante con la composicion para que pueda servir de medida y juzgar de la calidad general de un gas luminoso. Luego re-

sulta de estos esperimentos y de las aproximaciones hechas por los señores Christison y Turner, que los gases del aceite preparados en grande, pueden ofrecer densidades variables entre 0,674 y 1,110; pero sin embargo, las que presentan generalmente estan entre 0,8 y 0,9.

Estas variaciones son á la temperatura á que se efectúa la descomposicion. Cuando la temperatura es baja, los carburos de hidrógeno se forman en mayor cantidad, como tambien el hidrógeno carbonado. Cuando es elevada por el contrario, predominan el hidrógeno semi-carbonado y el hidrógeno libre: en este caso queda en las retortas un depósito de carbon. Es evidente que el poder alumbrante del gas disminuye al mismo tiempo. En el gas cuya densidad es de 0,8 á 0,9 los carburos de hidrógeno entran en la relacion de 18 ó 20 por 100 en volúmen.

677. El gas de la ulla es mucho mas variable todavia. Sin hablar del ácido hidro-sulfúrico ni del ácido carbónico que puede contener, bastará examinar con detencion las porciones que la cal deja de absorver.

Aqui tenemos un ejemplo: un gas de ulla mediano contiene todavia 2 ó 3 por 100 de carburo de hidrógeno en vapor.

Números.	Densidad.	Consumen oxígeno.	Producen ácido carbónico.	Gas absorvido por el cloro.	Hidróg. semi-carbonado.	Oxido de carbono.	Hidrógeno.	Azoe.
		100 volúmenes.		Contienen.				
1	0,650	217	128	13	82,5	3,2	0	1,3
2	0,620	149	106	12	72	1,9	8,8	5,8
3	0,630	196	108	12	58	12,3	16	1,7
4	0,500	166	93	7	56	11	21,3	4,7
5	0,345	78	30	0	20	10	60	10

El primero y mas importante de los resultados consignados en esta tabla, es que el valor del gas decrece á medida que la destilacion avanza. En efecto, todos estos gases provienen del cannel-coal; los números 1, 2 y 3 han sido tomados sucesivamente durante la primera hora de la destilacion; el número 4, cinco horas despues y el número 5 diez horas pasado este término.

Estos diversos gases antes de analizarse han sido despojados del ácido carbónico y del ácido hidro-sulfúrico que contenian por medio de una disolucion de potasa.

Se advierte ademas, segun estos números que el gas estraido de la mejor ulla no pasa su densidad de 0, 6, densidad que tiene el peor gas que puede estraerse del aceite; pero es evidente que si en vez de tomar sucesivamente las porciones de gas á medida que se efectúa la destilacion, se hubiera tomado la mezcla de todas estas partes en el gasómetro, obtendria una densidad media de 0,4 á 0,5 aproximadamente; pero el principal objeto de esta tabla es el demostrar que el

producto del gas en hidrógeno carbonado ó carburo de hidrógeno en vapor asciende á medida que la densidad se aumenta; esto es lo que se observa en el gas del aceite. La calidad del gas de la ulla podrá juzgarse tambien aproximadamente examinando su densidad.

678. Esta densidad varia de 0, 4 á 0,65 para el gas tomado en el gasómetro. Aqui hay que hacer un cálculo que no presenta el gas del aceite. Para este último parece evidente que el fabricante debe buscar el medio de aumentar su densidad aun cuando obtuviese menos cantidad.

El poder alumbrante se aumenta de tal modo que no hay que temer pueda quejarse el consumidor, aun cuando se disminuya proporcionalmente el diámetro de los mecheros suministrándole siempre la misma luz. El cálculo para el gas de la ulla es mas complicado. Se trata de saber si en la fábrica se reporta alguna ventaja mas prolongando el fuego de las retortas para estraer todo el gas bueno y malo, que limitando este fuego á un tiempo durante el cual se desprende solamente el gas de buena calidad, es decir, durante las seis primeras horas de la operacion. Esto depende necesariamente de la facilidad mayor ó menor que se encuentre para deshacerse del cokc. Hay una relacion entre el precio local del cokc y el del gas que es preciso tener en consideracion desde luego; despues de esto es muy facil decidir si es mas útil vender el cokc que se ha quemado durante dos ó tres horas de calor, que servirse de él para estraer el gas que puede producir durante esta última época de la operacion. Cuando el gas se vende caro y el cokc barato, como sucede en Inglaterra, es preciso prolongar la destilacion. Cuando por el contrario el gas está á un precio bajo y el cokc subido como en Paris, vale ma abreviarla.

679. El analísis del gas del alumbrado exige unos cálculos muy complicados que se espondrán mas adelante de una manera general.

Si es cierto que generalmente hablando, los gases mas densos son los mejores, es preciso observar sin embargo que esta regla no es invariable, y que por otra parte no ofrece ninguna relacion sencilla, aun cuando se comparen gases que tengan el mismo orígen. Con mayor razon si provienen de sustancias diferentes, deberemos guardarnos de inferir nada de positivo en este punto por la simple comparacion de las densidades.

680. *Poder alumbrànte.*—Este valor se determina por el procedimiento conocido de la comparacion de las sombras. Vamos á comparar el gas de la ulla con el del aceite y despues con las otras luces artificiales.

El gas del aceite alumbra mejor que el de la ulla, y esto es incontestable; pero sus variaciones respectivas son tan grandes, que los autores que se han ocupado de su comparacion han hallado unas relaciones de todo punto diferentes. Tomando por unidad el poder alumbrante del gas de la ulla, el del aceite podrá ser igual á $2, 2\frac{1}{2}, 3, 3\frac{1}{2}$ y aun á 4. Estas enormes diferencias pueden tambien ser debidas al menos en parte, al modo de hacer el gas la combustion, como observaremos mas adelante.

Los señores Christison y Turner han hallado en sus esperimentos, que los poderes alumbrantes de estos dos gases, suponiendo que la combustion se efectúe en cada uno de ellos bajo las condiciones mas favorables, estan al poco mas ó menos en las relaciones siguientes:

	Gas de ulla.	Gas de aceite.	Relacion del poder alumbrante.
Densidad...	0,659......	0,818......	100:140
Id........	0,578......	0,910......	100:225
Id........	0,605......	0,110......	100:250

Estos observadores imaginan que la relacion de 1:4 podria hallarse en efecto, si la densidad del gas del aceite fuera igual á 1,1, y la del gas de la ulla á 0,4 solamente. Se advierte segun estos resultados, que los dos gases siguiendo efectivamente sus cualidades respectivas, pueden ofrecer muy bien todas las relaciones espuestas entre los límites de 1:2 y 1:4, pero como es raro que el gas de la ulla llegue á la densidad espresada por los números de la tabla, no estará demas el manifestar aqui las relaciones del poder alumbrante del gas del aceite con un gas estraido de una ulla de mediana calidad.

	Gas de ulla.	Gas de aceite.	Relacion del poder alumbrante.
Densidad...	0,407......	0,940......	100:354
Id...... ..	0,429......	0,965......	100:356

Estos son generalmente los números que se aplican mejor á los productos de un trabajo en grande, haciendo uso de ulla grasa comun y del cannel-coal, que es el único que puede producir un gas de gran densidad.

El mejor medio de comparar dos gases, consiste en hacer las luces iguales, y determinar exactamente el gasto en el mismo tiempo, la relacion del poder alumbrante está sin duda alguna en razon inversa del gas consumido.

681. Los gases de la ulla y el aceite, de una calidad mediana, comparados con un quinqué de aceite, producen los resultados siguientes. Se supone que el aceite está que-

mado en una lámpara de cárcel, y que la luz es la misma en los tres casos:

Duracion del alumbrado.	Consumo.	
1 hora...	42 gra. de aceite.	
1 hora...	106 á 110 litros...	208,4568 á 218,1080 cuartillos de gas de ulla.
1 hora...	28 á 30 litros....	55,5184 á 59,4840 cuartillos de gas de aceite.

Mas adelante manifestaremos el medio de comparar estas tres clases de alumbrado con las otras. Aqui nos contentaremos con observar, que siendo el consumo de gas durante una hora en un mechero ordinario, de 138 litros (273,6264 cuartillos) para el gas de la ulla, y de 38 litros (75,3464 cuartillos) para el gas del aceite, las luces que producen estan con las de un belon que consume 42 granos en la hora en la relacion de 100:127, ó una cuarta parte mas. La luz de un mechero de gas semejante, equivale á la de 12 velas de 6 en libra y á la de 9 bugías de 5 en libra al poco mas ó menos.

682. *Forma y disposicion de los mecheros.*—Todo lo que tiene relacion con esta parte del aparato, debe calcularse segun las importantes observaciones de M. Davy sobre la naturaleza de la llama. Se ha puesto en duda algunas veces el que un gas calentado hasta el grado rojo pudiera llegar á ser luminoso; pero la llama del hidrógeno que es sensible, aunque muy débil, y la del óxido de carbono bastan para probar lo contrario; y no cabe duda que todo gas en el estado de pureza, desenvuelve generalmente al quemarse una luz estremadamente débil.

Es necesario, pues, buscar en otra parte el manantial del poder alumbrante del gas y se halla precisamente en un fenómeno accidental que se realiza en todos aquellos que estan dotados de una gran facultad luminosa. Ciertos gases al quemarse originan productos sólidos, otros al calentarse hasta el grado rojo se descomponen dejando por depósito un cuerpo sólido que hacia parte de ellos. Estos cuerpos sólidos elevados á la temperatura roja, emiten una gran cantidad de luz mientras no han perdido esta forma.

683. Este principio puede demostrarse de muchas maneras. Comparando desde luego entre sí el poder alumbrante de los gases, el hidrógeno fosforado y el hidrógeno carbonado ocuparán el grado superior de la escala; á estos seguirán el hidrógeno semi-carbonado, el cianógeno, el óxido de carbono, y por ultimo, el hidrógeno. Este último no puede al quemarse originar ningun cuerpo sólido, mientras el hidrógeno fosforado produce ácido fosfórico que se encuentra repentinamente enrojecido. El hidrógeno carbonado y todos los compuestos análogos elevados á una alta temperatura se descomponen en carbon y en hidrógeno, ó en hidrógeno semi-carbonado. El carbon depositado se hace luminoso momentáneamente, pero á medida que se quema la llama pierde de su brillo. Este depósito de carbon indicado por el razonamiento, puede muy bien demostrarse por la esperiencia. Basta el colocar trasversalmente una tela metálica en medio de la longitud de la llama de una bugía ó de gas, para ver aparecer un humo denso y negro sobre la tela. El fenómeno no tendrá lugar, ó al menos será poco pronunciado si se corta la llama cerca de su base en la parte azulada.

Hácia la base de una llama ordinaria se efectúa la combustion de una porcion de gas ó del vapor que la produce,

como tambien la descomposicion de este mismo gas ó de este vapor en gran parte. Continuando hácia el medio la combustion, la descomposicion se halla mas completa, se deposita mucho carbon y la luz es muy viva. Hácia la cúspide el carbon y lo restante del gas ó del vapor se queman completamente y la luz es débil.

Si pudieran conservarse algunas dudas sobre el papel de los cuerpos sólidos en la llama, bastaria para disiparlas el colocar un pedazo de platino ó unas hebras de amianto en un surtidor inflamado de gas hidrógeno. Estos cuerpos sólidos adquieren un brillo que deslumbra en medio de una llama que por sí misma apenas es visible.

684. Por estos diversos resultados queda demostrado que en el alumbrado comun la llama debe su brillo á un depósito de carbon que efectúa en su interior, por causa de la descomposicion del gas ó del vapor que la produce.

Pero tambien es evidente que este carbon no podrá contribuir al brillo de la llama sino en tanto que su temperatura sea muy elevada. Esto equivale á decir que es necesario que el compuesto quemado contenga una porcion conveniente de hidrógeno que pueda por su combustion desenvolver la alta temperatura que se necesita para hacer pasar al grado rojo blanco las moléculas de carbon; suponiendo que la combustion se efectúe sobre pequeñas masas y en medio del aire ordinario.

Con respecto á las relaciones de la llama con el aire, es constante que este debe estar tambien en cantidad suficiente para quemar todos los productos, pero que un esceso es perjudicial, bien sea porque la llama se resfria, bien porque la combustion total se hace demasiado pronto. Si el aire no está en cantidad suficiente se hará una combustion imperfecta, y de consiguiente habrá una temperatura poco elevada, lo que

perjudicará á la claridad de la llama, y ademas producirá mucho humo.

Puede decirse que el máximo de luz corresponde poco mas ó menos al punto en que la llama se halla muy próxima á producir humo, y que disminuye cuando se pasa de este punto en uno ú otro sentido.

Por lo demas, no pueden evitarse uno ni otro de estos defectos; porque si por una parte es necesario que el carbon se deposite, por otra conviene tambien que su combustion sea activa y rápida para que contribuya por su parte al aumento de la temperatura de la llama. Como los medios que facilitan el depósito de carbon perjudican á la combustion, y los que hacen la combustion mas completa perjudican al depósito de carbon, es evidente que este punto no podrá estudiarse con provecho sino por la via de la esperiencia.

Tres circunstancias pueden influir relativamente al gas sobre la produccion de su llama. La forma y dimension de ella misma, la disposicion del mechero y la forma de la chimenea. Vamos á examinar estos diversos puntos, tomando por base los esperimentos de los señores Christison y Turner.

685. El único punto que debe considerarse en la llama es su longitud; está tiene la mayor influencia sobre la cantidad de luz obtenida, y aumenta en una relacion mucho mas grande que el gasto de gas. Esto es lo que prueban los resultados siguientes, obtenidos con un surtidor sencillo de gas de ulla.

Longitud de la llama.	2 pulgadas.	3 p.	4 p.	5 p.	6 p.
Luz obtenida........	55,6............	100	150,6	197,8	247,4

Gasto de gas.......	60,5...........	101,4	126,3	140,7	182,2
Luz obtenida con el mismo gasto.....	100.............	109	131	150	150

De donde se sigue, que con la misma cantidad de gas de ulla pueden obtenerse cantidades de luz representadas por 2 y 3, segun que la llama tiene 2 ó 5 pulgadas de altura. En pasando esta de 5 pulgadas, ya no hay ninguna ventaja.

Los resultados son los mismos con un surtidor sencillo de gas de aceite.

Longitud de la llama.......	1 pulg.	2 p.	3 p.	4 p.	5 p.
Luz............	22......	63,7	96,5	141	178
Gasto..........	33,1.....	78,5	90..	118	153
Luz obtenida con el mismo gasto...	100......	122	159	181	174

El aumento es tambien de 2 á 3 entre el surtidor de dos pulgadas y el de cuatro, pero parece que pasado este punto nada se aventaja en el gas de aceite.

686. Lo que sucede en un surtidor sencillo se reproduce de una manera mas intensa en los mecheros de Argant. La prueba de esto se halla en los resultados siguientes, obtenidos con un mechero de cinco agujeros y alimentado por el gas de la ulla, cuya densidad era de 0,605.

Altura de la llama....	½ pulg.	1 p.	2 p.	3 p.	4 p.	5 p.
Luz........	18,4......	92,5	260	309	332	426
Gasto......	83,7......	148	203	241	265	318
Luz obtenida con el mismo gasto....	100......	282	560	582	582	604

Asi la cantidad de luz viene á ser sestuple si en vez de una llama de media pulgada se quema el gas con una llama de 3 ó 4 pulgadas ; pero pasado este término el beneficio es débil.

Los mismos resultados se reproducen con el gas del aceite.

El gas pesaba 0,910, y el mechero empleado tenia 15 agujeros.

Altura de la llama....	½ pulg.	1 p.	1½ p.	2 p.	2½ p.
Luz.........	31,4.......	153	241	377	435
Gasto.......	97,4.......	173	216	255	288
Luz obtenida con el mismo gasto....	100.......	276	317	460	472

No puede tener la llama mayor longitud , porque pasando de dos pulgadas y media empieza á producir humo.

687. Estos hechos singulares pueden esplicarse fácilmente con el auxilio de los principios establecidos anteriormente. Cuando se aumenta la longitud de un surtidor sencillo de gas la llama se amplifica necesariamente, y entonces por relacion con el volúmen de gas, se halla realmente una superficie me-

nor de contacto con el aire ambiente. Lo mismo sucede con los mecheros de Argant; cuando la llama es corta la corriente de aire es bastante rápida para que la combustion sea completa antes que el carbon pueda depositarse.

En un mechero de gas de un calibre dado, hay una longitud determinada para la llama, que produce el máximo de luz, y no es posible alterar esta longitud sin inconveniente, si no se modifica al mismo tiempo la corriente de aire. No seria imposible el añadir á la llave que sirve para regular el tiro del gas, una placa que girando de un modo conveniente ensanchara ó estrechara lo necesario la abertura de la corriente de aire á medida que fuera preciso abrir ó cerrar la llave para aumentar ó disminuir la luz.

688. El diámetro de los agujeros por donde se escapa el gas es tambien un punto que merece una atencion muy delicada. En efecto, el mismo diámetro no puede convenir igualmente para el gas del aceite y de la ulla y para uno y otro de estos gases; es necesario observar ademas que si el surtidor es sencillo la temperatura no estará tan elevada como siendo multiplo, y que por consecuencia el diámetro de la abertura ó el grueso del surtidor deberá ser mayor siendo por otra parte, todas las demas circunstancias iguales.

Los señores Christison y Turner admiten que para quemar el gas de la ulla en surtidor sencillo, el diámetro de $\frac{1}{28}$ de pulgada es el mas conveniente. Para el gas del aceite de una densidad de 0,944 no debe tener el orificio sino $\frac{1}{45}$ de pulgada. Disminuyendo el orificio se pierde luz, y ademas el mechero tiene el inconveniente de apagarse por la mas ligera agitacion del aire.

En los mecheros de Argant los orificios deben crecer no solamente con la calidad del gas sino tambien con el núme-

ro de agujeros. La pérdida es mayor con los agujeros demasiado estrechos que con los que son demasiado anchos. Véanse los resultados siguientes. Los agujeros estan ejecutados en un círculo $\frac{3}{10}$ de pulgada de radio.

Naturaleza del gas.	Densidad del gas.	Números de agujeros.	Diámetro de los agujeros, fraccion de pulgada.	Luz producida.
De la ulla.	0,600...	10.....	1/32	máximo.
Del aceite.	0,900...	15.....	1/50	máximo.
Id.......	0,680...	15.....	1/40	id.
Id.......	Id....	15.....	1/30	pérdida de 6/100.
Id.......	Id....	15.....	1/50	id. de 18/100.
Id.......	Id....	15.....	1/60	id. de 39/100.
Id.......	0,778...	15.....	1/40 ó 1/50	máximo.
Id.......	Id....	15.....	1/30	pérdida de 11/100.
Id.......	Id....	15.....	1/60	id. de 20/100.

El punto mas importante en los mecheros de Argant, consiste en hacer todos los diámetros iguales. Siempre que se hallan unos agujeros mas anchos que otros producen humo, cuando los mas pequeños suministran bastante gas; estos últimos á su vez dan muy poco gas, si los grandes estan reducidos al punto conveniente. Esto es lo que sucede en la mecha de un quinqué ordinario si se corta sesgada, en vez de cortarse enteramante horizontal.

689. La distancia de los agujeros es tambien un punto de alta importancia en los mecheros de Argant. Si los surtidores se unen, la luz aumenta en una relacion mayor que el gasto. Asi comparando la luz obtenida por un surtidor sencillo con la que se produce en un mechero de Argant, se encuentra, que bajo las circunstancias mas favorables

para cada una de ellas estan en la relacion de 100 á 150. Esta relacion es la misma para el gas del aceite que para el de la ulla. No puede obtenerse esta ventaja sino cuando los agujeros estan bastante aproximados para reunirse.

Veamos los resultados de los esperimentos practicados con unos mecheros de $\frac{3}{10}$ de pulgada, de radio, guarnecidos de agugeros de $\frac{1}{40}$ de pulgada de diámetro. En cada uno de estos estaba dispuesta la llama para dar el máximo de luz.

Mechero de	8 agujeros.	15 agu.	20 agu.	25 agu.
Luz.........	360.........	360	409	382
Gasto	367.........	318	289	275
Luz obtenida con el mismo gasto...	98.........	118	141	139

La distancia mas ventajosa para los agujeros de $\frac{1}{50}$ de pulgadas de diámetro, es de $\frac{9}{100}$ de pulgada. Bajo estas condiciones por corta que sea la llama, aun cuando apenas sea visible, forma siempre un anillo uniforme, en el cual no se distingue ningun surtidor. Esta advertencia puede servir de regla práctica en la construccion de los diversos mecheros. Pero como en un alumbrado público las condiciones de presion varian sin cesar, para evitar el humo que resultaria del aumento repentino de gasto en un mechero próximo á otro mechero que se apagará de repente, es preciso dejar alguna latitud y tomar $\frac{12}{100}$ de pulgada para la distancia de los agujeros. En el alumbrado público generalmente, es preciso resolverse á quemar el gas con pérdida por las razones que acabamos de dar.

690. Cuando se quema el gas de la ulla las proporciones mas favorables son de $\frac{1}{32}$ de pulgada para el diámetro de los

agugeros, y de 16 á $\frac{18}{100}$ de pulgada para su distancia.

691. El número de los agujeros de un mechero, determina el diámetro que han de tener, puesto que conocemos la distancia de estos agujeros entre sí. Asi en el gas del aceite se tendrán para los agujeros de $\frac{1}{50}$ de pulgada colocados á $\frac{12}{100}$ de pulgada de distancia de unos á otros los diámetros siguientes:

Número de agujeros.	Diámetro del mechero.
10.........	4/10 de pulgada.
15.........	6/10
20.........	8/00
25.........	1 pulgada.

Para el gas de la ulla, suponiendo el diámetro de los agugeros de $\frac{1}{32}$ de pulgada y su distancia de $\frac{16}{000}$ de pulgada.

Número de agujeros.	Diámetro del mechero.
6.........	3/10 de pulgada.
10.........	5/10
15.........	5/10
20.........	1 pulgada.

La longitud del mechero debe ser de 1, $\frac{1}{2}$ á 2 pulgadas, y su espesor de $\frac{1}{10}$ de pulgada aproximadamente.

692. La chimenea no ejerce tal vez tanta influencia sobre los mecheros de gas como sobre la llama de los quinqués y demas aparatos de aceite; pero sin embargo, es necesario hacer su eleccion con bastante cuidado. Esta eleccion se determina por una consideracion muy sencilla. En efecto, en tanto que la chimenea hace una llama tranquila, anima la combustion y aumenta la viveza del aire al rededor de la llama. Luego es evidente que si la llama descubierta arde sin

producir humo, la adicion de la chimenea no podrá aumentar su luz. Para que la chimenea de vidrio sea útil, es preciso que sea necesaria; es decir, que el número ó distancia de los agujeros, asi como el diámetro de la abertura para la corriente de aire interior determinen la disposicion que conviene adoptar para la chimenea.

Si por la combinacion de estas diversas partes se llega á obtener una combustion completa de gas, la chimenea debe ser muy ancha, á fin de que se ejerza poca influencia sobre el tiro. Siempre habrá una pérdida en reducir su diámetro, porque haciendo la combustion mas viva, disminuirá el depósito de carbon, de donde dimana la claridad de la luz. De este modo puede esplicarse como se ha podido hallar ventaja en el empleo del aparato de M. Bourgignon (fig. 16, lám. 16), Este aparato consiste en un embudo colocado sobre el mechero de gas y termina por un tubo, que vuelve á descender serpenteando hasta dos ó tres pies debajo de la llama. El aire que atraviesa el mechero, se ve precisado á pasar al través de este tubo tortuoso en sentido contrario del tubo natural, esperimenta una gran pérdida de velocidad, y la actividad de la combustion se encuentra por este medio disminuida. Es cierto que este es un modo muy incómodo de corregir un vicio de construccion en el mechero, y que seria infinitamente preferible el remediar el esceso de tiro, ya estrechando la abertura del aire por debajo, ya estrechando la chimenea sobre la llama. El aparato de M. Bourguignon no puede ser jamás util, habiendo fijado la atencion conveniente en las proporciones del mechero, y por lo tanto no puede considerarse sino como un medio bastante sencillo de ensayar los mecheros. Este aparato hará producir humo á los mecheros bien construidos, y aumentará la luz de los que lo están mal, es de-

cir de aquellos que arden tambien con tubo de vidrio como sin él, y para los cuales se ha adoptado una chimenea bastante estrecha, para que el tiro sea demasiado acelerado.

693. En la tabla siguiente se hallan las diversas dimensiones que producen el máximo de luz para cada mechero; pero es necesario notar que á medida que aumenta el número de agujeros aumentan tambien la economía y claridad de la llama. En efecto, la cantidad total de luz es la misma, pero la primera llama de la tabla tiene dos veces mas superficie que la última; es decir, que á superficie igual da esta dos veces mas luz que la otra.

Número de agujeros.	Diámetro del tubo.	Altura de la llama.	Color de la llama.
8 á 10........	15/10 de pulg.	4 pulgadas.	vacilante, rayada de azul.
15........	13/10..........	3 1/2.......	Tranquila, unida, de un brillo semejante al de las estrellas.
20........	12/10..........	2 1/4.......	Tranquila, unida, de un brillo semejante al de las estrellas.
25........	1..........	2 pulgadas.	La mas brillante posible.

La chimenea se supone del alto de seis pulgadas en todos estos casos.

Desgraciadamente estas diversas condiciones solo pueden realizarse en los esperimentos de investigacion. Las menores modificaciones en la corriente de aire ó en los surtidores del gas hacen humear á las llamas de 20 y 25 agujeros. Una compañía pública debe detenerse en 15 agujeros para los mecheros de 6/10 de pulgada de diámetro. Con respecto al diámetro de los tubos de vidrio ó chimeneas, combinando los resultados de todos los esperimentos precedentes, los señores

Christison y Turner, admiten que para las chimeneas de seis pulgadas de altura deben ser los diámetros de 8/10, 12/10, 13/10 y 15/10 de pulgada para los mecheros de 3/8, 5/10 6/10 y 9/10 de pulgada de diámetro.

694. *Cuestion económica.*—Esta cuestion es tan complicada, que nos hemos visto precisados á dividir la discusion en muchos puntos.

1.° ¿El alumbrado del gas de la ulla es preferible al del aceite?

2.° ¿El alumbrado de gas de aceite es preferible al alumbrado de aceite?

3.° ¿El alumbrado de gas de la ulla es preferible al gas del aceite?

Sin pretender que pueda darse una respuesta definitiva y verdadera sobre cada una de estas cuestiones, es muy posible sin embargo, el hallar en la reunion de las consideraciones ya enunciadas algunos medios de resolverlas aproximadamente.

Sobre la primera cuestion es necesario distinguir los grandes establecimientos de los pequeños. Es necesario tambien contar con el precio de la ulla, el del cokc, y con la facilidad de salida de este último producto, en las circunstancias en que debe hallarse la fábrica.

695. Vamos á presentar las cuentas de dos establecimientos, añadiendo algunas consideraciones.

Cuenta del alumbrado de gas de carbon de la real fábrica de París.—2,400 mecheros.

GASTOS.

	Francos.	Céntimos.	
Capital del establecimiento.....	1.200,000		
Interés de fondos á 5 por 100 al año........................	60,000	»»	
Primera materia, ulla 2.295,000 kilóg. á 4 f. y 40 céntimos el hectólitro de 80 kilóg.....	126,222	»»	338,450 fr.
Combustible (mitad del cokc obtenido) 20,081 hectólitro á 2 fran. y 85 c................	57,230	80	
Jornales........................	50,000	»»	
Gastos generales. { Administr. 25,000 fr. 20 c........... Gastos Imprevistos 20,000 fr. }	45,000	20	
45,000 f. 20 c.			

INGRESO.

Luz 2,400 mecheros á 93 fr. y 9 céntimos al año............	225,360	»»	
Cokc 40,161 hectólitro colmados á 2 fr. y 85 cént..........	114,461	60	344,622 fr.
Retortas vendidas por fundicion vieja........................	3,600	40	
Brea...........................	1,200	»»	

Beneficio limpio, intereses pagados....... 006,169 fr. =23442 rs.

Los números del beneficio cambiarán enteramente si se adopta como es necesario en toda clase de fábricas un interés mayor de capital. Poniéndole á 8 por 100 podrá mirarse la tasa como bastante moderada todavia, y en este caso se tendrá:

Gastos......	376,000
Ingreso.....	344,000
Pérdida.....	032,000 fr. (121,600 rs.)

Esta es probablemente la verdadera posicion de los establecimientos de este género en París. Si pagan solamente el interés del 5 por 100, preparan para lo sucesivo una pérdida real, cuando haya necesidad de renovar los grandes aparatos.

Cuenta del alumbrado del hospital de San Luis.—320 mecheros.

GASTOS.

	Francos.
2,000 hectólitros de carbon de San Esteban, destilado á 4 francos y 67 céntimos................	9,340
1,121 id. de carbon de Creusot para calentar á 4 fr. y 20 cént.	4,708
2 obreros á 2 fr. diarios...........	1,460
1 retorta nueva haciendo deducion de la vieja........................	350
Reparacion de los hornos..........	150
Conservacion y reparacion de los conductos.........................	200

Cal....................................	50
Interés á 8 por 100 de un capital de 40,000 fr..................	3,200
	19,458 fr.=(73940,4 rs.)

INGRESO.

714,321 pies cúbicos de gas, que á 4 pies y 1/2 cúbicos por hora equivalen á un mechero que esté ardiendo durante 160,080 horas á 5 céntimos cada una...........	8,404 francos.	
2,800 hectólitros de cokc á 2 fr. y 85 cént..............................	7,980	
504 id. de polvo de cokc á 1 fr....	504	
8128 kilóg. de brea á 25 céntimos.	16,888 fr.	2,032
	18,920 fr.=(71,896 rs.(	

La pérdida es pues de 2,560 francos suponiendo que la brea no ha tenido salida, y de 538 suponiendo que se haya vendido al precio medio de 25 céntimos. ¿Pero esta última suposicion es bien admisible cuando se ve figurar la brea por 1,200 francos solamente en los recibos de la real fábrica, que segun esta hipótesis habrá debido producir en venta ocho veces mas que la del hospital de San Luis, es decir, 16,000 francos?

La cuenta precedente ha sido publicada en los *An. de química t. 15, p.* 402, pero hemos creido conveniente hacerla

sufrir algunas modificaciones. Apreciamos el gas consumido en los mecheros en lo que vale en la actualidad, y el precio del cokc en lo que valia en la real fábrica el año de 1825 con el fin de poder hacer las dos cuentas comparables.

696. Comparemos ahora estas dos cuentas. Al precio actual del gas hay pérdida, bien se suponga cuestion de un establecimiento de alumbrado público como la real fábrica, bien se admita que se trata de alumbrar á 5 céntimos por mechero y por hora en un establecimiento particular.

La cuestion seria muy otra si el consumidor pagara la luz en lo que vale. En efecto, M. Berard comparando la luz producida por un mechero de gas con la que se obtiene por medio de una lámpara de doble corriente, se aseguró que en igualdad de precio la del gas era doble que la otra. Esto equivale á decir que el mechero de gas debiera pagarse á 10 céntimos por hora (12 1/2 maravedises).

La comparacion del hospital de San Luis fué todavía mas favorable y merece mencionarse, porque no es el resultado de una esperiencia en pequeño sino el trabajo de un año entero.

Rebajando del gasto................	19,458 francos.
El precio del cokc..................	8,484
Se tiene para el precio real del gas.	10,974 fr. (417,012 rs.)

Este gas ha servido para el alumbrado de 320 mecheros que han reemplazado á 127 luces de aceite ocasionando un gasto de 8,000 francos por año en aceite y demas. El hospital se considera tres veces mejor alumbrado que por el aceite lo que equivale á decir que por 10,974 fr. se obtiene en luz de gas el equivalente de 24,000 fr. en luz de aceite.

Asi cuando el gas se elabora para el propio consumo de

un establecimiento hay realmente una ganancia, pero sometiéndose á los cambios de la concurrencia y al capricho de los compradores, la pérdida es probablemente segura, puesto que es preciso cederle al precio de cinco céntimos (seis maravedises). Para producir un beneficio real, seria preciso que el precio fuese de 7 á 8 céntimos (de 8 á 9 maravedises.)

En el estado actual de la fabricacion y de la venta de gas de ulla, hay un beneficio en el consumo y pérdida en su produccion. Pero mirado científicamente el alumbrado del gas de la ulla debe considerarse como preferible al del aceite natural, puesto que haciendo una gran parte de beneficio á las fábricas la misma cantidad de luz cuesta menos. Asi que la fábrica real reportaria un beneficio anual de 200,000 francos si recibiera el pago equivalente á la luz que suministra en realidad.

Por otra parte, si la cuestion se mira en el estado en que se halla bajo el punto de vista puramente comercial, tendremos que llegar á concluir que un establecimiento de esta clase no puede prosperar en Paris, si no en tanto que su capital y gastos generales, siendo tales cual los hemos admitido para la fábrica real, alimente su produccion 4 á 5,000 mecheros.

697. Veamos ahora si las fábricas de gas de aceite se hallan en condiciones mas favorables. Esto puede parecer dudoso aun admitiendo que el aceite trasformado en gas produce al poco mas ó menos tanta luz como quemando en el estado de aceite; porque en el primer momento se tocan condiciones desfavorables, en las cuales hay que colocarse. En efecto, es necesario montar un aparato costoso, gastar todos los dias combustible para producir el gas, en fin pagar los trabajos, los gastos de retortas, tubos y llaves que son bastante considerables.

Pero si por otra parte se observa que el gasto de jornales, retortas y demas es al poco mas ó menos el mismo que exige un alumbrado de aceite, solo quedará por comparar el interés del aparato, el precio del aceite y el del combustible que consume con el precio de los quinqués y el valor del aceite que queman.

Cuando se han de alimentar 200 mecheros, y el aceite que se descompone solo cuesta el tercio de lo que se quemaria, hay un beneficio, y ademas se obtiene una luz mucho mas hermosa. La cuenta es al poco mas ó menos de esta manera: yo supongo 200 mecheros ardiendo cuatro horas por dia y consumiendo 40 litros (79,3120 cuartillos) de gas por hora y durante 300 dias, y por otro lado 200 quinqués consumiendo 30 gramas (601,20 granos) de aceite en cada mechero por hora.

Gas.		*Quinqués.*	
18,000 kilógramas de aceite á 45 céntimos..........	8,100 fr.	7,200 kilógramas á 1 franco y 40 céntimos...	100,80 fr.
Combustible.........	1,000	Mechas...........	300
Interés del aparato al 10 por 100....	1,500	Interés de los quinqués al 10 por 100....	300
	10,600 (40,280 rs.)		10,680 (40,584 rs.)

La diferencia en el precio es muy pequeña; pero representando por la unidad la luz de los quinqués, la del gas será 2 1/2, lo que equivale á decir que se obtendrán por el gas para 20 ó 25,000 fr. de luz de (76,000 á 95,000 rs.) de luz.

698. Comparemos por último el alumbrado de gas de aceite con el del gas de la ulla. El primero solo conviene á

los establecimientos particulares y el segundo conviene tambien únicamente á las grandes fábricas. En efecto, en los establecimientos pequeños debe evitarse por todos los medios el hacer muy subidos los gastos de construccion y sobre todo el ponerse en el caso de emplear muchos jornales ó de tener que vigilar todos los dias operaciones complicadas. En los grandes establecimientos que tienen por objeto especial el alumbrado desaparecen todos estos inconvenientes; por lo demas véase el cálculo comparativo:

1 kilógrama (2,18 libras) de ulla, produce 200 litros (396,5600 cuartillos) de gas.

1 kilógrama de aceite produce 800 litros (1586,2400 cuartillos) de gas cuya luz equivale á 2800 litros (5551,8400 cuartillos) de gas de ulla.

1 kilógrama de aceite equivale, pues, á 14 kilógramas (30,52 libras) de ulla.

Pero 14 kil. de ulla cuestan....	75 céntimos.
De esta cantidad hay que sustraer el precio de 1/8 de hectólitro de cokc	35
	40 cént. (1 real y 16 mars.)

1 kilógrama de aceite, no debe costar mas de 37 céntimos, suponiendo que sean necesarios 3 céntimos de ulla para operar la descomposicion.

Bajo estas condiciones, el aceite será preferible, porque exige unos aparatos menos costosos y una rebaja considerable en el trabajo; pero si su precio se eleva á 50 céntimos (1 real y 28 maravedises), los resultados de estas dos consideraciones deben desaparecer ó poco menos.

Alumbrado de gas portatil.

699. Los principales inconvenientes que presenta el alumbrado ordinario de gas, han sido contrarestados por el sistema que vamos á describir. En efecto, la necesidad de establecer inmensos conductos para trasportar el gas al punto de consumo, empeña á los establecimientos en gastos ruinosos, y por otra parte la libre comunicacion de cada uno de los mecheros con el gasómetro deja al consumidor una latitud completa, que le permite quemar el gas en cantidad demasiado grande á la vez, y aun de quemar mucha mayor cantidad de la que paga.

En fin, los mecheros tienen que estar fijos precisamente ó al menos solo pueden tener movimientos poco estensos.

Todos estos inconvenientes desaparecen en el alumbrado portatil. Para conseguirlo se toma un cilindro, se llena de gas comprimiéndole hasta 30 ó 40 atmósferas, y se cierra la llave. Este cilindro puesto en comunicacion con un mechero de Argand, deja desprender el gas que contiene, tan luego como se abre la llave; se aplica una luz al surtidor, y la llama arde sin apagarse hasta el momento en que faltando el esceso de presion, se equilibra la del interior de la botella con la de la atmósfera.

700. Esta sencilla esposicion basta para demostrar las dificultades de este arte; vamos á manifestar como se han resuelto.

Un mechero de gas de ulla ardiendo 8 horas, consume 1,120 litros (222,7360 cuartillos) de gas, y suponiendo que se le comprime hasta 32 atmósferas, el recipiente tendrá 35 litros (69,3980 cuartillos), dimension enorme todavia.

Un mechero de gas de aceite, ardiendo 8 horas no con-

sumirá sino 320 litros (634,4960 cuartillos) de gas ó algo mas, y suponiéndole tambien comprimido á 32 atmósferas, el recipiente se hallará reducido á 10 litros (19,8280 cuartillos).

En el alumbrado portatil es por lo tanto necesario emplear el gas del aceite, si se quieren reducir los recipientes á unas dimensiones convenientes. Con un recipiente de 3 ó 4 litros de (5,9484 á 7,9312 cuartillos), puede obtenerse una luz igual á la de una buena lámpara de Argand, durante 6 ú 8 horas.

701. Vamos ahora á examinar como pueden obtenerse los recipientes. Estos se fabrican ya de cobre rojo dándoles 1 línea y 1/4 á 1 línea y 1/2 de espesor, ya de chapa de hierro superior, de 1 línea á 1 línea y 1/4 de grueso. Su forma es la de un cilindro terminado por dos casquetes hemisféricos cogidos por medio de un reborde muy apretado, y para mayor seguridad, este reborde va bien estañado esteriormente. Los recipientes llevan una llave que sirve para introducir el gas y suministrarle al mechero; su resistencia se ensaya comprimiendo en ellos el agua hasta 60 atmósferas. Todos aquellos en que se manifiesta alguna resudacion deben deshecharse, y con mayor razon los que se desgarran ó en los que los rebordes ceden. Como el efecto de esta prueba á la presion que se le hace esperimentar al recipiente es de poca duracion, no puede compararse completamente á la que tiene lugar cuando el cilindro lleno de gas se halla sometido á una presion contínua; sin embargo, no hay ejemplo de que haya sucedido ninguna esplosion.

702. La bomba con que se comprime el gas exige algunas disposiciones particulares; en la fig. 12 de la lám. 16 se encuentra representada. Este aparato se compone de un cuer-

po de bomba horizontal, en el cual se mueve el embolo A. El cuerpo de bomba comunica con una cavidad B, que se llena de aceite, asi como el espacio vacío que se advierte entre el embolo y el cuerpo de bomba. El tubo C comunica con el gasómetro de donde toma él gas, y el tubo D con el recipiente que se trata de llénar. Dos válvulas *m n* estan adaptadas á estos tubos. Cuando se retira el embolo se produce en la cavidad B un vacío igual al volúmen del embolo, la válvula *n* se abre y deja entrar un volúmen igual de gas. Cuando el embolo vuelve á introducirse, se cierra esta válvula, se abre la otra á su vez y el gas pasa al recipiente. El aceite arrastrado por el impulso del embolo se deposita en la bola *a*; en el momento de impeler al gas, toda la cavidad B se halla llena de aceite, de modo que en cualquiera época de la operacion el vacío formado por el embolo es completo, lo que no sucederia de ningun modo haciendo uso de una bomba ordinaria. En tal caso siempre quedaria un poco de gas en el cuerpo de bomba, aun cuando el embolo tocára todo lo posible al final de su curso; y cuando el gas estuviera fuertemente comprimido en el recipiente, esta pequeña porcion seria suficiente para llenar el tercio, la mitad y aun la totalidad del cuerpo de bomba en el momento que éste se pusiera en relacion con el gasómetro y le enviase el gas á la presion ordinaria. El efecto de cada embolada se hallará reducido á una tercera parte de la mitad, y aun podrá ser enteramente anulado; esto es lo que sucede muchas veces cuando se hace uso de bombas ordinarias, fig. 11, que hay que abandonar en este caso.

En la primera época del trabajo el aceite absorve mucho gas, pero una vez saturado no obra ya sobre él.

703. Las llaves ofrecen tambien grandes dificultades.

En vano se han ensayado diversos sistemas; el gas se

escapa siempre. Aquel que se ha preferido por último parece bastante sencillo; en la fig. 13, lám. 16 se halla representado. La estremidad A apoya sobre el recipiente, y la otra sobre el tubo que conduce el gas al mechero donde se ha de quemar. El tubo A B comunica con una cavidad hemisférica, á la cual toca tambien el tubo C D; esta cavidad está formada por una pieza *oo* que se atornilla en la pieza principal. Veamos ahora el mecanismo de la llave; en *m n* se halla un disco anular de cuero grueso sobre el cual se apoya la pieza *oo*. Entre el cuero y esta pieza se encuentra una lámina circular de acero flexible *c d*; en el centro de esta se coloca una gota de estaño fundido que corresponde al orificio del tubo A B. En la cara opuesta de la lámina de acero se advierte un tornillo E, que apoyando sobre el disco de acero le descansa hácia el orificio del tubo A B, aplicando de este modo sobre él la gota de estaño. Cuando se quita el tornillo, la elasticidad de la lámina de acero le lleva hasta el punto en que se hallaba desde luego; la gota de estaño se separa del orificio, y el paso del gas queda libre desde el tubo A B al tubo C B. Cuando se cierra la llave este paso queda interceptado. Estas llaves han resistido á una prueba que garantiza su bondad; los vasos á que estan ajustados, llenos bajo una presion de 60 atmósferas, no han perdido nada durante diez dias.

704. Se advierte, en fin, que conforme el recipiente que suministra el gas á los mecheros se queda vacío, la fuerza del gas disminuye, y por consiguiente su cantidad así como la altura de la llama. Esto obliga á tener que abrir la llave cada vez mas para mantener la llama á la altura conveniente. Esto produce una incomodidad, sobre todo cuando hay necesidad de que los mecheros estén un poco altos. Se ha buscado por diversos medios el evitar este inconveniente; el

mas sencillo consiste en colocar un pequeño gasómetro intermediado entre el recipiente y el mechero que debe alimentar; al llegar el gas á este gasómetro eléva la campana; esta, está sostenida por una cadena que pasa por una polea fijada á la cabeza del tornillo E; la cadena está terminada por un contrapeso. Cuando el gas llega en cantidad demasiado grande al gasómetro, este se eleva y el tornillo se aprieta en proporcion, de modo que el espacio del paso disminuye y la llegada del gas se detiene. En el caso en que el gas llegue con demasiada lentitud, el tornillo se aflojará y ensanchando el paso, la cantidad de gas aumentará. Es evidente que combinando bien estos movimientos la corriente podrá hacerse regular y constante, porque no dependerá sino de la presion que se haya dado al gasómetro, y solo podrá variar en límites muy pequeños.

705. La economía que puede esperarse de esta clase de alumbrado dista mucho de ser evidente; viene á ser al poco mas ó menos lo que podria esperarse reemplazando por los aguadores los tubos principales de conduccion que se establecen con grandes gastos en todas las ciudades.

LIBRO TERCERO.

706. Despues de haber trazado la historia de los cuerpos no metálicos y de sus principales compuestos nos falta hacer conocer los metales, sus compuestos binarios y las sales para completar el estudio de la química inorgánica.

Los metales son tan numerosos y ofrecen usos tan importantes en las artes bajo formas tan diversas, que es necesario establecer para examinarlos subdivisiones multiplicadas. Por consecuencia vamos á colocar en este libro todas las generalidades relativas al estudio de los metales y de sus compuestos; formaremos varios grupos, en los que colocaremos los metales que mas se asemejan bajo el punto de vista químico, y por este medio será facil convencerse que estos metales se aproximan todo lo posible bajo las relaciones industriales.

707. Los metales son unos cuerpos simples generalmente buenos conductores de la electricidad y del calórico, son opacos, cuando no estan reducidos á hojas escesivamente delgadas, y estan además dotados de un brillo particular que se observa en el cobre, la plata, el oro etc., cuando estan recien pulidos, y que se conoce con el nombre de brillo metálico.

Todas las demas propiedades de los metales son variables. Asi se conocen algunos que son volátiles, otros que no tienen esta propiedad; muchos que son muy fusibles, y otros que solo se funden de una manera imperfecta; los hay que se estienden en láminas muy delgadas bajo el golpe del martillo, y otros muchos que se quiebran por el choque y se reducen á polvo; otros hay aunque en corto número que se conservan al aire, y la mayor parte por el contrario, absorven el oxígeno que este contiene, ya sea rápidamente, ya con el tiempo; en fin, hay otros que la naturaleza nos ofrece con profusion, como el hierro, mientras algunos parecen estremadamente raros.

708. Estas variaciones hacen á la vez el estudio general de los metales mas necesario y dificil. Es por lo tanto muy importante el introducir un órden severo que simplifique la marcha y permita estudiar todas sus propiedades en lo que tienen de general.

El órden que hemos adoptado es el siguiente:

Caracteres físicos de los metales.

1.° Color, cristalizacion y testura.
2.° Densidad.
3.° Maleabilidad.

4.° Facilidad para reducirse á hilos.
5.° Dilatacion por el calor.
6.° Fusibilidad y volatilidad.
7.° Calor específico.
8.° Propiedades eléctricas.
9.° Propiedades magnéticas.

Caracteres químicos de los metales y de sus compuestos binarios.

1.° De los metales en general ; su clasificacion.
2.° De los óxidos metálicos.
3.° De los cloruros, bromuros, ioduros y fluoruros.
4.° De los sulfuros y seleniuros.
5.° De los fosfuros y arseniuros.
6.° De los azoturos.
7.° De los boruros, siliciuros y carburos.
8.° De los hidruros.
9.° De las aleaciones.

De las sales metálicas.

1.° Leyes generales de su composicion.
2.° Formacion de las sales.
3.° Reacciones de las sales unas sobre otras.
4.° Caracteres generales de las sales formadas por los diversos ácidos.
5.° De las sales oxigenadas.
6.° De las sales cloruradas, bromuradas y fluoruradas.
7.° De las sales sulfuradas y seleniuradas.

Despues de haber trazado los caracteres generales de todos estos grupos, será muy facil estudiar los metales uno á uno reuniendo al rededor de cada metal todos los compuestos importantes que origina. Las propiedades particulares de todos estos compuestos, y su influencia en las aplicaciones industriales serán tambien fáciles de esponer de un modo claro en pocas palabras, lo cual es de suma importancia en el estudio de unos cuerpos tan variados y numerosos.

CAPITULO PRIMERO.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS METALES.

709. *Brillo y color.* Entre todos los caracteres de los metales, uno de los mas sobresalientes y facil de observar consiste en su brillo particular. Esta propiedad se advierte en todos los metales reunidos en masa; se observa tambien en todos los que se hallan reducidos á polvo grosero; en fin se hace aparecer sobre los que se presentan en polvo, cuando se comprime este fuertemente sobre un pedazo de papel por medio de un bruñidor de agata.

El brillo de los metales depende de la opacidad propia de estos cuerpos y de la facilidad con que adquieren todos un pulimento mas ó menos perfecto. Estas dos circunstancias reunidas los hace eminentemente á propósito para reflejar los rayos luminosos que tocan á sus superficies, porque en efecto, su opacidad se opone al paso de estos rayos y su pulimento á la absorcion de luz que resultaria de las pequeñas reflexiones parciales que se producen siempre en la superficie de los cuerpos ásperos.

Se admite á la verdad que las hojas de oro muy delgadas

son traslucientes; esto seria contradictorio á lo que acabamos de decir relativamente á la opacidad de los metales, si hubiéramos querido mirar esta propiedad como absoluta. Algunos físicos han creido podia dudarse que el esperimento practicado sobre las hojas de oro conducia á un resultado bien concluyente. Nosotros creemos que esta traslucencia es muy real. Cuando se coloca una hoja de oro suficientemente delgada entre el ojo y la luz se recibe al través del oro una cantidad notable de aquel fluido. Se advierte tambien que la luz trasmitida presenta una hermosa tinta verde, y se observa por otra parte que la misma tinta se obtiene cuando se pone oro escesivamente dividido suspendido en el agua y se coloca el líquido entre la luz y el ojo. Es probable que en uno y otro caso la tinta verde provenga de una verdadera trasmision que se efectúe al través de las pequeñas moléculas de oro, y que no sea debida al paso de los rayos luminosos entre los espacios que dejan las moléculas entre sí por su mútua reunion, como se admite cuando se supone que en las hojas de oro existen verdaderos agujeros, al través de los cuales pasa la luz.

Si queremos demostrar esto, será necesario hacer reflejar muchas veces consecutivas el mismo rayo luminoso sobre superficies de oro pulimentadas, y observar la tinta que toma este rayo despues de sus diversas reflexiones. Este esperimento ha sido ejecutado por M. Benedicto Prevost, y ha observado, como debia esperarse, que el color natural del oro se exaltaba sucesivamente hasta el punto de volverse rojo de naranja.

Asi la tinta verde que el oro produce cuando está muy dividido ó reducido á hojas sumamente delgadas, y que se interpone entre el ojo y la luz, no puede provenir de la luz

reflejada, sino de la trasmitida; las moléculas de oro son pues, traslucientes.

Reunamos á esto que cuando el color del oro es de rojo naranja, al mirarle por reflexion; debe ser verde por trasmision, lo cual se halla de acuerdo con la esperiencia.

Si el oro, que es uno de los metales mas densos, goza de una traslucencia apreciable, es de suponer que todos los demas metales estarán tambien dotados de esta misma propiedad. Los colores que estos metales ofrecerán en semejante caso, pueden deducirse hasta cierto punto de los que presentan por la simple reflexion.

La mayor parte de los colores que presentan los metales estan comprendidos entre el blanco puro y el blanco gris ó azulado. El oro, el cobre y el titano son los únicos que ofrecen matices amarillos ó anaranjados. Pero el color general de los metales dista mucho de su verdadero; éste en razon del poder reflejante tan considerable de los metales, se halla confundido en una cantidad tan grande de luz blanca, que casi desaparece cuando nos limitamos á mirar una simple lámina de metal.

710. Véase aqui la tabla del color general presentado por los metales, vistos simplemente en láminas ó en masa:

Plata.........	blanco brillante.
Estaño.......	blanco agrisado.
Cadmio......	id.
Potasio.......	id.
Sodio.........	id.
Bismuto.....	blanco amarillento.

Cobalto.	
Manganeso.	blanco gris.
Cerio.	
Rodio.	

Platino.	
Paladio.	
Niquel.	
Mercurio.	
Iridio.	blanco azulado.
Teluro.	
Antimonio.	
Plomo.	
Zinc.	

Hierro........	gris azulado.
Osmio........	negro azulado.
Molibdeno...	gris.
Tunsteno....	id.
Urano........	pardo amarillento.
Oro..........	amarillo puro.
Cobre........	amarillo rojizo.
Titano.......	amarillo rojizo mas subido.

711. Pero estos matices no indican el verdadero color del metal sino cuando tienen un carácter pronunciado. Para obtener este color puro ó poco menos, es necesario emplear el procedimiento de M. Benedicto de Prevost. Asi una placa de oro parece amarilla; pero este amarillo se hace muy subido cuando los rayos reflejados de esta placa se reciben sobre una segunda, y de alli se trasmiten al ojo. La intensidad de este color se aumenta por una tercera, una cuarta, una quinta reflexion, etc., y cuando se llega á la doce ó á la trece, el

color se cambia en un rojo de naranja muy subido, que es probablemente el color verdadero del oro.

Este artificio tiene por objeto el estinguir sucesivamente todas las porciones de luz blanca, evitando el introducir en el rayo reflejado ninguna coloracion estraña á la del metal.

El cobre presenta la misma exaltacion de tinta, y ofrece despues de un número suficiente de reflexiones una tinta muy aproximada á la escarlata.

Estos resultados podian estar previstos, pero con respecto á los metales blancos es muy dificil adivinar la clase de tinta que deben tener. Asi la plata que parece de un blanco tan puro, concluye por un amarillo muy limpio, semejante enteramente al color ordinario del oro: la misma propiedad presenta el estaño.

Todos estos fenómenos se perciben bien cuando se mira en lo interior de un vaso de cobre ó de oro bien pulido y algo profundo. La tinta es en este caso mas limpia y cortada que la que presenta una simple lámina. Esto basta para esplicar la ventaja que ciertas formas dadas á los objetos de estos preciosos metales pueden ofrecer con respecto al brillo que se busca en ellos.

Estos esperimentos se hacen por otra parte de una manera muy sencilla: basta colocar sobre una lámina horizontal que haga las funciones de espejo, otra lámina mas pequeña dispuesta bajo un ángulo de 8 á 10 grados, y recibiendo la luz directa, mirando á la lámina horizontal, se percibe la imágen de la otra con su tinta limpia. M. Benedicto Prevost imaginó que todos los metales sometidos á semejantes pruebas producirian sus tintas puras y cortadas. Es dificil despues de los ejemplos citados anteriormente no ser de su misma opinion.

712. *Cristalizacion.*—Todos los metales son susceptibles de cristalizar. Las formas que afectan son muy sencillas y merecen alguna atencion viendo el partido que permite sacar de ellas la teoría del isomorfismo.

Ciertos metales se hallan cristalizados en sus minas, tales son el oro, la plata, el cobre; otros cristalizan en su tratamiento, como hemos visto al hablar del azufre; algunos otros se han obtenido en cristales gruesos de una forma mas complicada y accidental; en fin, hay muchos que no se han observado jamás bajo una forma cristalina regular y determinada.

El que produce entre todos los metales cristales mas voluminosos es el bismuto. Basta para esto fundirle y dejarle enfriar en una vasija de barro hasta que la superficie empiece á solidificarse, romper aquella película y verter repentinamente el líquido interior.

El fondo de la vasija queda guarnecido de cristales cúbicos de muchas líneas de grueso por cada costado (1).

El estaño y el plomo se obtienen cristalizados de la misma manera, pero no con tanta perfeccion como el bismuto.

Parece que muchos metales pueden tambien cristalizar cuando sus moléculas se hallan libres en medio de una masa

(1) Este esperimento no saldrá bien con el bismuto del comercio, porque este metal está aleado con arsénico y antimonio, que modifican mucho la cristalizacion. Es preciso purgarle de estos dos cuerpos, lo que se logra con facilidad calentándole hasta el grado rojo con un poco de nitrato de potasa, y repitiendo esta operacion hasta que la cristalizacion sea limpia y facil. No es decir que el bismuto del comercio no pueda formar tambien cristales, sino que estos son muy pequeños y de un color semejante al del metal, mientras que los cristales que produce el bismuto puro son muy voluminosos y teñidos de vivos colores irisados, sin duda por la produccion de una lámina muy delgada de óxido que se fija en la superficie de los cristales.

en fusion: de esta suerte es por lo menos como se obtienen el tungsteno y el urano cristalizados. Este procedimiento es el único que puede producir fácilmente cristales formados por los metales infusibles.

Pero de todos los métodos el mas general, sino el mas cómodo, consiste en descomponer los cuerpos que contienen los metales que se quieren obtener por medio de una pila muy débil, prolongando el esperimento durante el tiempo suficiente. Los metales que se fijan en uno de los polos, concluyen por formar cristales muy voluminosos. M. Becquerel ha llegado á obtener de esta suerte cierto número de cristales muy determinados.

La estructura ó tejido de los metales depende probablemente de su forma cristalina cuando la cristalizacion se ha efectuado tranquilamente. Asi es como el bismuto y el antimonio se dividen por su fractura, dejando percibir algunas facetas cristalinas mas ó menos desenvueltas. Asi es tambien como la plata, el estaño, el plomo, el potasio, el sodio, etc., que son demasiado maleables para dejarse romper en el sentido de sus láminas, permiten sin embargo reconocer la existencia y direccion de estas cuando se examina la superficie de un pedazo que se ha enfriado con lentitud despues de haber estado fundido.

Pero cuando se hace obrar sobre los metales tomados en este estado, el martillo, el laminador ó la hilera, y sobre todo cuando se los somete á la accion de estos instrumentos mientras todavia se hallan reblandecidos por el calor, la estructura cristalina ordinaria desaparece para hacer lugar á otra disposicion forzada de las moléculas determinada evidentemente por el poder que se ha hecho intervenir. Las séries de moléculas ó las fibras del metal se entrelazan bajo el golpe del

martillo, se disponen paralelamente entre sí por la presion de la hilera, etc. De aqui provienen las numerosas modificaciones que se advierten en las propiedades físicas del metal. Su dilatabilidad por el calor, su conductibilidad para el calórico y el fluido eléctrico, su densidad, etc., se alteran generalmente. Su dureza aumenta las mas veces; su tenacidad se hace tambien mayor, pero como estas modificaciones no estan siempre en el mismo sentido, debemos reservar á la historia particular de cada metal todo lo relativo á este punto, contentándonos con enunciar aqui el hecho de una manera general.

713. *Densidad.*—La densidad de los metales es muy variable. Puede muy bien tomarse una idea de ella en la tabla siguiente:

Platino......	20,980...........	segun Brisson.
Oro..........	19,258...........	id.
Iridio........	18,680 ó menos.	Children.
Tungsteno..	17,600...........	D'Eluyar.
Mercurio....	13,568...........	Brisson.
Paladio......	11,3 á 11,8.....	Wollaston.
Plomo.......	11,352...........	Brisson.
Plata........	10,474...........	id.
Bismuto.....	9,822...........	id.
Cobalto......	8,538...........	Haüy.
Urano.......	9,000...........	Bucholz.
Cobre.......	8,895...........	Hatchett.
Cadmio......	8,604...........	Stromeyer.
Niquel......	8,279...........	Richter.
Hierro.......	7,788...........	Brisson.
Molibdeno. .	7,400....	Hielm.
Estaño......	7,291...........	Brisson.

Zinc.........	6,861 á 7,1....	Brisson
Manganeso..	6,850..........	Bergman.
Antimonio...	6,702..........	Brisson.
Teluro......	6,115..........	Klaproth.
Titano.......	5,300..........	Wollaston.
Sodio........	0,972..........	Gay-Lussac y Thenard.
Potasio......	0,865..........	id.

Hemos probado por otra parte el demostrar que estas densidades se refieren á cierto caracter dependiente de la estructura ó de la dimension de los átomos. Es probable que se hallaria ser asi en todos los metales, si las densidades determinadas por los procedimientos ordinarios fueran menos variables; mas para la densidad de los metales en particular, se observan grandes diferencias segun que el metal ha sido fundido y despues solidificado tranquilamente, ó batido por el golpe del martillo, laminado, pasado por hilera, etc.

Estas acciones mecánicas comprimen las mas veces la masa y aumentan su densidad de una manera considerable, otras por el contrario la alteran poco ó nada, y aun hay casos en que la disminuyen. La mayor parte de los metales estan en el primer caso; el plomo se halla en el segundo, y es muy posible que esta propiedad se encuentre en los metales muy blandos, y que no poseen por otra parte la de cristalizar de una manera distinta.

714. *Maleabilidad y ductilidad.* Ciertos metales sometidos al choque del martillo se estienden en láminas; algunos otros se reducen á polvo; otros en fin se dejan aplanar pero imperfectamente y formando numerosas hendiduras. Los primeros toman el nombre de metales *maleables*; los otros se consideran como metales mas ó menos quebradizos. Se en-

tiende, pues, por maleabilidad la propiedad que tienen ciertos metales de estenderse en láminas mas ó menos delgadas por el golpe del martillo ó cualquiera otro medio.

Rara vez se obtienen por medio del martillo las láminas metálicas. Su fabricacion se ejecuta con preferencia por medio del instrumento conocido con el nombre de *laminador*. Este se compone de dos cilindros de acero ó de fundicion, colocados por lo general horizontalmente y á una distancia fija uno de otro. Estos cilindros caminan en el mismo sentido cuando se les hace girar sobre sus ejes, y se presenta en el intermedio que dejan la lámina que se desea adelgazar. Es evidente que la distancia entre estos dos cilindros debe ser menor que el grueso de la lámina que ha de pasar por ellos. Tambien se deja percibir que el estremo de la lámina debe estar adelgazado hasta poder penetrar por entre los dos cilindros. Una vez que la lámina empieze á entrar se ve obligada á seguir el movimiento y se adelgaza y alarga á la vez.

La longitud que adquiere la lámina no es proporcional al adelgazamiento; el volúmen total de la masa metálica se halla disminuido en general por esta operacion, y resulta de aqui que el metal se hace mas duro y quebradizo. Si se quiere continuar la laminacion se esperimentarán grandes dificultades en razon de esta dureza, y las láminas obtenidas estarán llenas de rasgaduras. Para que el metal pueda adquirir su blandura y maleabilidad primeras, es necesario calentarle hasta el grado rojo y dejarle enfriar lentamente; esto es lo que se llama *recocer*. El objeto de la operacion del recocido es evidente Al pasar por el laminador las moléculas del metal han sido aproximadas forzosamente mas de lo que permite el estado de equilibrio que tienen naturalmente. Colocadas las moléculas de este modo no se hallan en disposicion de resbalar unas so-

bre otras con la facilidad que antes de pasar por el laminador; y por esto mismo, el metal se hace mas duro y quebradizo. Pero si se le calienta hasta el grado rojo la dilatacion que el calor hace esperimentar al metal separa las moléculas mas de lo que habian sido aproximadas por el laminador, y al enfriarse lentamente vuelven á colocarse á la distancia que naturalmente deben tener. La siguiente lista espresa los metales ductiles y maleables como tambien los quebradizos.

Metales ductiles y maleables.

Cadmio.	Osmio?
Cobre.	Paladio.
Estaño.	Plata.
Hierro.	Platino.
Iridio?	Plomo.
Mercurio.	Potasio.
Niquel.	Sodio.
Oro.	Zinc.

Metales quebradizos.

Antimonio.	Molibdeno.
Bismuto.	Rodio.
Cerio.	Teluro.
Cobalto.	Titano.
Colombio.	Tungsteno.
Cromo.	Urano.
Manganeso.	

715. Existen diferencias bastante grandes entre la accion del laminador y la de la hilera sobre los metales para

que debamos separar estos dos puntos de vista. Vamos por consecuencia á estudiar desde luego los metales bajo el aspecto de la maleabilidad, y en seguida los estudiaremos bajo el punto de vista de la ductilidad.

Véase la siguiente tabla comparativa, en la que los metales estan colocados al poco mas ó menos en el órden de su maleabilidad. Los primeros son los mas maleables siguiendo sucesivamente los que lo son menos.

Metales colocados en el órden de su mayor facilidad á pasar por el laminador.

Oro.
Plata.
Cobre.
Estaño.
Platino.
Plomo.
Zinc.
Hierro.
Niquel.
Paladio?
Cadmio?

Hemos dicho anteriormente que por lo comun se servian del laminador para reducir los metales á láminas; y ahora es preciso distinguir dos casos: ya puede tenerse por objeto el obtener unas láminas de un espesor muy notable, en cuyo caso si el metal es fusible, se funde primero en placas y se hacen pasar despues por el laminador, hasta que lleguen á adquirir el grueso que se desea; ya puede ser el fin obtener unas láminas de un espesor infinitamente menor, en cuyo ca-

so es necesario recurrir á la accion del martillo, como sucede con las hojas de oro, plata y cobre que se aplican sobre la madera y otros objetos. Basta observar estas láminas para comprender que no pueden manejarse de manera que sufran la accion del laminador, y que este instrumento no podria jamás estar bastante perfecto para ofrecer en toda la superficie de sus cilindros una regularidad tal, cual se necesita para comprimir con precision en toda su longitud unas hojas tan tenues.

En fin, cuando el martillo no tiene ya accion sobre la hoja metálica, puede todavia adelgazarse prodigiosamente aplicándola á un hilo ó á una lámina mas gruesa de otro metal, y haciendo obrar de nuevo sobre ella el martillo, el laminador ó la hilera.

716. Réamur ha hecho sobre el oro esperimentos y cálculos muy notables, que deben tener aqui su lugar. Como el oro es con mucho el mas ductil de los metales, no podremos concluir que los mismos procedimientos realizarán los mismos resultados en los demas.

Una onza de oro que formaria un cubo de 5 líneas y 1/5 de altura por cada lado, y que cubriria entonces una superficie de 27 líneas cuadradas aproximadamente, se hace susceptible bajo el martillo del batidor de oro, de cubrir una superficie de 146 pies cuadrados, de tal suerte que un grano de oro cubre mas de 36 pulgadas cuadradas de superficie. En muchas hojas el grueso se reduce á 1/30000 de línea.

A primera vista parece que estas hojas son ya todo lo delgadas posible, pero aun puede hacerse 30 veces mas delgada aplicándolas á los trabajos del tirador de oro. En efecto, esto puede verificarse tomando un cilindro de plata, cubriéndole con hojas de oro y pasándole por la hilera. Cuando el hilo es-

tá fino lo suficiente, se aplana por medio del laminador. Durante estas diversas operaciones el cilindro de plata se alarga y la hoja de oro se alarga igualmente de manera que cubre siempre toda la superficie del hilo. Por medio de este artificio se cubren con una onza de oro 1200 pies cuadrados lo menos, y algunas veces hasta 4 y 5000 pies cuadrados de superficie, de suerte que el grueso de una hoja de oro se halla reducido hasta el punto de no tener nada mas que 1/175000 de línea, y aun 1/1000000 de línea.

Para formarse una idea de esta prodigiosa dilatacion elegiré algun punto de comparacion. Sabemos muy bien, que con los instrumentos mas precisos y perfectos no pueden trazarse mas de 1200 divisiones sobre el espacio de una línea. Estas divisiones son ya tan finas que el ojo no las puede percibir sino con el auxilio de los microscopios mas perfectos. Luego cada una de estas divisiones, será todavia bastante grande para contener 800 hojas de oro, de la mayor delgadez que el tirador puede obtener.

Cuando se llega á semejantes resultados nadie puede librarse de abrigar alguna sospecha sobre la solidez de los datos que los han suministrado. Sin embargo, es dificil conservar la menor duda sobre este punto. Los hilos dorados sometidos á la accion del ácido nítrico, se trasforman en otros tantos tubos huecos, de paredes escesivamente delgadas y frágiles. El ácido disuelve el cilindro de plata y deja intacta la pequeña película de oro que le cubre. En esta película no puede percibirse ninguna falta de continuidad notable, y nos vemos obligados á admitir que la hoja de oro estaba estendida por toda la superficie del cilindro de plata como acabamos de decir.

717. Parece á primera vista que entre el paso de los

metales por la hilera ó por el laminador no deben existir grandes diferencias; pero la esperiencia demuestra que no es asi efectivamente. Basta el comparar la tabla que precede con la siguiente, para adquirir una certidumbre sobre este punto.

Metales colocados aproximadamente en el órden de su mayor facilidad á pasar por la hilera.

Oro.
Plata.
Platino.
Hierro.
Cobre.
Zinc.
Estaño.
Plomo.
Niquel.
Paladio?
Cadmio?

Aqui se advierte que á escepcion del oro y la plata todos los demas han sufrido un cambio considerable en su posicion relativa. Asi el hierro que se halla el octavo para el laminador, está colocado el cuarto para la hilera, etc.

Segun los resultados obtenidos con respecto á la laminacion de los metales, es bastante probable que por medio de procedimientos convenientes, llegarán á reducirse á hilos de una fineza estremada. M. Wollaston ha realizado ya esto mismo por un procedimiento muy ingenioso. Cuando se tira un hilo por la hilera, la finura á que puede reducirse es siempre limitada. Pasado cierto punto, ya se hace muy dificil el manejar el hilo, tirarle sin romperle, y aun atravesar los

agujeros regulares de un diámetro microscópico. Todos estos obstáculos quedan anulados por el procedimiento de M. Wollaston. Este toma un cilindro de metal, y en el practica un agujero en el sentido de su eje; en este agujero introduce un hilo justo del metal que trata de obtener en hilos muy finos, este sistema lo pasa por la hilera; los dos metales se alargan al mismo tiempo conservando siempre sus diámetros proporcionales, con tal que la diferencia de dureza no sea demasiado grande entre los dos metales. M. Wollaston ha tirado por este medio con buen éxito, hilos muy finos de platino envueltos en un cilindro de plata, que disolvia despues por medio del ácido nítrico puro y debilitado. En este caso particular, á causa de la infusibilidad del platino podia preparar el sistema introduciendo un hilo de platino en una riclera cilíndrica y vertiendo al rededor de él la plata fundida que debe envolverlo. Haciendo uso de la primera disposicion, ha llegado M. Wollaston á obtener hilos de oro sumamente finos.

M. Beguerel ha podido tirar del mismo modo hilos de acero de una fineza estremada, envueltos en plata que disolvia despues en el mercurio. Esta operacion exige algunas precauciones que vamos á indicar sucesivamente.

Cuando el hilo de acero cubierto de plata está tirado hasta el punto conveniente, se toma un tubo tapado por uno de sus estremos y se llena de mercurio que se hace hervir en él durante algunos instantes para espulsar el aire y la humedad que pueden estar adheridos á las paredes del tubo y al mercurio. Este tubo se vuelve boca abajo sobre un baño de mercurio y se introduce el cilindro de plata que se quiere disolver para separarla del hilo delgado que contiene en su centro. Para secar exactamente los hilos de plata deben calentarse

hasta el grado rojo en un tubo de vidrio, antes de introducirlos en el mercurio. En seguida se eleva la temperatura del mercurio que contiene la probeta ó tubo hasta 150° aproximadamente, y se mantiene á esta temperatura durante media hora ó tres cuartos. Por último, se deja enfriar el aparato, se vuelve el tubo boca arriba y se saca el hilo de acero.

Todas estas precauciones son necesarias, porque en este estado de division el acero se hace tan oxidable que la menor señal de aire ó de humedad en el aparato basta para destruir los hilos en el momento que se hallan al descubierto. Lo mismo se efectuará si se retiran del mercurio antes de que se hallen completamente frios; se oxidarán al aire con estremada rapidez.

Estos hilos son muy quebradizos. Cuando salen del mercurio se hallan en el estado magnético; esto es debido probablemente á la accion de la hilera.

Conocido ya el procedimiento general no será inútil añadir aqui el diámetro de algunos de estos hilos á fin de poderse formar una idea exacta de su tenuidad. M. Wollaston ha obtenido hilos de oro cuyo diámetro era 1/200 de milímetro (1/400 de línea). Es constante que se podrá pasar mucho mas allá de este término. El mismo físico ha obtenido hilos de platino que su diámetro estaba reducido hasta 1/1200 de milímetro (1/2400 de línea), y con mucha facilidad hilos de 1/600 á 1/800 de milimetro (1/1200 á 1/600 de línea). En fin, M. Bereguel ha podido tirar los hilos de acero hasta el punto de reducirlos á 1/80 de milímetro (1/160 de línea) con una longitud de 128 milímetros (66 líneas) aproximadamente.

Terminaremos este exámen de las propiedades generales de los metales, consignando aqui algunos resultados

sobre su tenacidad, dureza, sonoridad, olor y sabor.

718. *Tenacidad.*—La tenacidad de los metales es algunas veces muy grande, y en tal caso constituye una de sus cualidades mas preciosas. El hierro sobre todo se halla en este caso. Es evidente que esta propiedad debe alterarse por modificaciones bastante ligeras en apariencia. Asi volveremos sobre su determinacion en cada caso particular. Véase aqui una tabla de la tenacidad de algunos metales.

Número de kilógramas necesario para romper un hilo de 2 milímetros (1 línea próximamente) de diámetro.

	Kilógramas.	Libras.	
Hierro........	249,658...	544254,44	Sickingen.
Cobre.........	137,399...	299529,82	Sickingen.
Platino........	124,690...	271824,20	Guyton-Morveau.
Plata..........	85,062...	185450,42	Sickingen.
Oro...........	68,216...	148710,88	Sickingen.
Zinc...........	49,790...	108542,20	Guyton-Morveau.
Niquel........	47,670...	103920,60	Guyton-Morveau.
Estaño........	15,740...	34313,20	Guyton-Morveau.
Plomo medido antes de la rotura......	12,555...	27369,90	Guyton-Morveau.
Id. medido despues de la rotura...	5,623...	12258,14	Guyton-Morveau.

Estas diferencias son enormes, y sin embargo, la tabla no contiene los metales quebradizos, tales como el antimonio, el

bismuto, que ciertamente deben tener una tenacidad poco considerable.

719. *Dureza.*—La dureza de los metales es una propiedad que á primera vista parece referirse á su tenacidad, y sin embargo, no aparenta tener ninguna relacion con ella. Para juzgar con acierto sobre este punto puede compararse la tabla que sigue con la que precede.

Metales colocados segun el órden de su mayor dureza.

Manganeso..	Mas duro que el acero templado.
Cromo..... Rodio......	No son rayados por el vidrio.
Niquel..... Cobalto.... Hierro..... Antimonio. Zinc.......	Rayados por el vidrio.
Páladio.... Platino.... Cobre...... Oro....... Plata....... Teluro..... Bismuto... Cadmio.... Estaño....	Rayados por el carbonato de cal.
Plomo.......	Rayado por la uña.
Potasio.... Sodio......	Blandos como la cera.
Mercurio....	Líquido.

En cuanto á la sonoridad de los metales es superior á la de la mayor parte de los cuerpos, pero en general no se hace notable sino en las aleaciones. Los metales comunes son todos demasiado blandos en su estado de pureza, y por lo tanto no estan dotados de la sonoridad en alto grado.

720. *Olor y sabor.*—Todo el mundo conoce la sensacion que dejan en la lengua y en el olfato ciertos metales, conocida con los nombres de sabor y olor de cobre, gusto y olor de hierro, sabor y olor de estaño, etc. Estas sensaciones son muy reales, pero difíciles de esplicar. En general se admite que todos los cuerpos que prestan sabor son solubles, y que todos los cuerpos odoríficos son volátiles; pero aqui no se realiza una ni otra de estas suposiciones, aunque el hecho no queda por esto menos cierto. Cualquiera que sea la causa el olor y sabor propios de los tres metales que acabamos de citar, se hace notar de un modo muy marcado cuando se frotan con rapidez, de manera que se eleve un poco su temperatura. Tal vez esta propiedad es verdaderamente estraña al mismo metal, y debe mas bien atribuirse á cualquiera otra sustancia interpuesta. Mas adelante veremos al menos con respecto al hierro y al estaño, que los procedimientos metalúrgicos las suministran siempre indicaciones de alguna materia carbonácea, que puede muy bien contribuir á la produccion del fenómeno que nos ocupa, fenómeno tanto mas singular, cuanto que no parece ser comun á todos los metales.

721. *Dilatacion.*—Entre todos los sólidos los metales son los que se dilatan mas por el calor, y entre ellos el zinc y el plomo son los que poseen esta propiedad en mas alto grado. En general la dilatacion de los metales es una de las propiedades mas delicadas, y la menor impureza basta para turbar considerablemente su marcha y valor absoluto. Asi los nú-

meros que encontraremos aqui deben considerarse en la práctica como aproximaciones, porque bien sea que se hayan determinado sobre metales puros, bien se hayan obtenido con metales impuros, no por éso es menos evidente que en las artes es sumamente raro encontrar varias veces estos metales al mismo punto de pureza ó impureza precisamente; mas para los usos ordinarios son suficientes estas determinaciones. No hay una necesidad de reemplazarlos por los números tomados sobre la misma materia que se quiere emplear, sino en un pequeño número de casos, en los cuales las obras de física indican la marcha que se debe seguir.

En la tabla que sigue puede observarse cuán grande es esta influencia comparando los resultados obtenidos con el estaño inglés, que generalmente está manchado con algunos metales estraños, y con el estaño de las Indias, que está casi en el estado de una pureza absoluta: mientras el primero se dilata 0,0025, el otro no pasa de 0,0019.

No hay necesidad de advertir que las aleaciones tendrán la dilatacion del metal dominante ó mas bien el término medio de las de los metales que las constituyen: mas adelante examinaremos esta cuestion.

Con respecto al estado de los metales se observan tambien grandes diferencias. Su dilatabilidad cambia tambien segun que han sido enfriados simplemente despues de la fusion, ó que han sufrido la accion del martillo del laminador ó la hilera, y que no se han recocido antes de emplearlos. En general, parece que los metales que han esperimentado esta clase de tratamiento son mas dilatables que antes lo eran. Sin embargo el cobre ofrece un resultado contrario. Es muy posible que respecto á este nada haya de general; pero sin embargo, debe esperarse que los metales sometidos á una presion

cualquiera esperimentan efectos complicados, cuando se los espone á la accion del calor. En efecto, á medida que se dilatan se recuecen, y su dilatacion, que desde luego era la del metal batido, viene á ser mas ó menos pronto la del metal ordinario; de suerte que un metal batido debe no solamente ofrecer dilataciones muy diferentes segun se determinan por este ó el otro intervalo de temperatura, sino tambien dilataciones variables á cada ensayo consecutivo. Bien se concibe que despues del primer ensayo el segundo debe ofrecer unos resultados diferentes, si se hace uso de la misma barra habiendo ésta esperimentando entonces un principio de recocido.

Para encontrar una ley que reduzca la dilatacion de los metales á alguna idea relativamente á las propiedades fundamentales de la materia, es necesario que estos metales puedan compararse entre si á unos intervalos de temperatura realmente comparables, es decir, tomados á iguales distancias de su punto de fusion respectivo. No puede dudarse que la dilatacion de los metales está en relacion con el volúmen, el peso y la distancia de sus moléculas; pero las observaciones hechas á la misma temperatura nada pueden enseñar con evidencia sobre este asunto. Será necesario colocar todos los metales á la misma distancia de sus puntos de fusion, en cuyo caso puede suponerse que las moléculas estan sino á la misma distancia para todos, al menos á distancias proporcionales.

En general, los metales mas fusibles son aquellos que se dilatan mas á bajas temperaturas. Pero el querer sacar de aqui algunas consecuencias será cuando menos fuera de tiempo, porque esperimentos muy exactos de los señores Dulong y Petit, han hecho ver que la dilatacion de todos los sólidos y de los metales en particular no era uniforme, y que crecia con la temperatura.

	Dilatacion media de 0° á 100°.	Dilataciones medias de 0° á 300°.
Hierro.....	0,00118.....	0,00146
Cobre.....	0,00171.....	0,00188
Platino....	0,00884.....	0,00918

Resulta de aqui que los metales mas fusibles pueden tener efectivamente una dilatacion mayor que los otros entre 0° y 100°, porque se hallan mas cerca que ellos de su fusion, sin que resulte por esto, que comparándolos á distancias iguales de este punto conserven realmente esta superioridad. Seria necesario por ejemplo poder comparar el plomo entre 0° y 100° con el hierro entre 800° 900° aproximadamente para que los resultados fuesen verdaderamente comparables; asi los hechos observados y consignados en la tabla siguiente, son por el momento hechos de pura práctica.

Debe tambien sacarse de esta ley tan notable, una consecuencia digna de atencion. Como la dilatacion absoluta de los metales es muy débil, se tiene por uso hacerlos recorrer para hacer la medida mas facil, un número mayor de grados de la escala termométrica; pero evidentemente el valor medio que se deduce de esto, será demasiado crecido si se aplica á las temperaturas bajas y demasiado débil empleándolo para las temperaturas elevadas de esta clase.

Será, pues, necesario, para esta clase de determinaciones, separar lo menos posible aquellas temperaturas que se tienen un interés en estudiar. Es probable que los resultados de Troughton consignados en esta tabla hayan sido tomados por un término medio entre unas temperaturas muy distantes: suponiéndolos tomados entre 0° y 100° son demasiado crecidos.

Tabla de la dilatacion lineal de los metales entre 0° y 100° *centígrado.*

Nombre del metal.	Dilatacion para una regla igual á la unidad. En fracciones decimales.	En fracciones vulgares.	Nombre del observador.
Zinc alargado con el martillo una pulgada por pie.	0,00310833	1/322	Smeaton.
Id. sin batir	0,00294167	1/340	Id.
Plomo	0,00284836	1/351	Lavoisier y Laplace.
Id	0,00286667	1/349	Smeaton.
Estaño en granos (inglés).	0,00248333	1/403	Id.
Estaño fino (inglés)	0,00222333	1/438	Id.
Estaño de Falmou	0,00217298	1/462	Lavoisier y Laplace.
Estaño de las Indias ó de Melac	0,00193765	1/516	Id.
Plata	0,00208260	1/480	Troughton.
Plata de copela	0.00190974	1/524	Lavoisíer y Laplace.
Plata de ley de París	0,00190868	1/524	Id.
Cobre	0,00191880	1/521	Troughton.
Id	0,00171733	1/582	Lavoisier y Laplace.
Id batido	0,00170000	1/588	Smeaton.
Oro de apartado	0,00146606	1/682	Lavoisier y Laplace.
Oro de ley de París sin recocer	0,00155155	1/645	Id.
Oro de ley de París recocido	0,00151361	1/661	Id.
Bismuto	0,00139167	1/719	Smeaton.
Hierro dulce forjado	0,00122045	1/819	Lavoisier y Laplace.
Hierro pasado por hilera redondo	0,00123504	1/812	Id.
Hierro	0,00125833	1/795	Smeaton.
Hierro pasado por hilera.	0,00144010	1/694	Troughton.
Antimonio	0,00108333	1/923	Smeaton.
Paladio	0,00100000	1/1000	Wollaston.
Platino	0,00099180	1/1008	Troughton.
Id	0,00085655	1/1167	Borda.

722. *Capacidad para el calor.*—En la introduccion colocada á la cabeza de esta obra, hemos dado la tabla de la capacidad para el calórico de todos los metales, la cual ha sido

determinada con todo el cuidado conveniente. No volvemos á mencionar aqui este punto, sino con el fin de indicar una ley muy notable descubierta por los señores Dulong y Petit, asi como aquella por la cual los pesos atómicos se hallan relacionados con las capacidades para el calórico.

Se habia creido que la capacidad de los metales para el calórico esperimentaba poca variacion por la elevacion de temperatura; aun se creia que disminuia esta capacidad á medida que el metal se trasportaba á temperaturas mas y mas elevadas; pero precisamente es todo lo contrario lo que sucede: la capacidad aumenta con la temperatura.

La capacidad se halla en igual caso que la dilatabilidad; y aun parece que estas dos propiedades están estrechamente ligadas una á otra; porque los metales cuya dilatacion esperimenta mas aumento, son precisamente aquellos cuya capacidad aumenta mas tambien. Para encontrar la ley que relaciona estos fenómenos uno con otro, serian necesarios esperimentos mas numerosos: pero los de los señores Dulong y Petit, no dejan ninguna duda sobre la realidad del fenómeno general.

Capacidad media del hierro	de 0° á 100°=0,1098
	de 0° á 200°=0,1150
	de 0° á 300°=0,1218
	de 0° á 350 =0,1255

Todos los metales ensayados ofrecen la misma variacion: Véanse los resultados siguientes:

Capacidades medias.

	Entre 0° y 100°	Entre 0° y 300°
Mercurio....	0,0330......	0,0350
Zinc.........	0,0927......	0,1015
Antimonio...	0,0507......	0,0549
Plata.......	0,0557......	0,0611
Cobre........	0,0949......	0,1013
Platino......	0,0335......	0,0355

723. *Conductibilidad.* Se ha observado hace mucho tiempo que todos los metales no estan dotados del mismo grado de facultad conductriz para el calor; pero esta propiedad no habia sido el objeto de esperimentos exactos cuando M. Despres se ocupó de ella. Este observador se ha servido siempre de barras metálicas, cuyas dimensiones eran bastante grandes, calentándolas en uno de sus estremos de una manera constante, y colocando en ellas de distancia en distancia unos termómetros destinados á medir la temperatura adquirida por comunicacion al través del metal.

Las temperaturas indicadas por los termómetros para los metales buenos conductores suponiendo el medio á 0°, forman una série decreciente en progresion geométrica partiendo del fogon cuando sus distancias á este crecen en progresion aritmética. Para los metales menos conductores, tales como el plomo, el decrecimiento es mas rápido todavía. Por medio de las fórmulas que ha suministrado M. Fourrier pueden sacarse de estos esperimentos el poder conductriz de los metales.

Por un método menos exacto M. Ingenhousz habia clasi-

ficado los metales de la manera siguiente. Plata oro en primer lugar; cobre estaño en seguida; platino, hierro, acero y plomo muy inferiores á los precedentes.

Los resultados obtenidos por M. Desprez son los siguientes.

	Núméros proporcionales á la facultad conductriz
Oro............	2004
Plata..........	1950
Cobre	1800
Hierro.........	750
Zinc...........	729
Estaño	609
Plomo.........	360

El platino se colocará probablemente despues del zinc y del estaño.

724. *Fusibilidad y volatilidad.* Entre los metales hay unos que son volátiles y otros que parecen casi absolutamente fijos. Los volátiles son el *mercurio*, el *cadmio*, el *potasio*, el *teluro* y el *zinc*. Estos son volátiles en el sentido comun de la palabra, es decir, que pueden destilarse los cuatro primeros antes de llegar al calor rojo y el último á este mismo calor.

Hay algunos otros que no se destilan de una manera sensible cuando se calientan aisladamente, y sin embargo, suministran una cantidad suficiente de vapores para que ayudados por una corriente de gas, puedan volatilizarse con mayor ó menor facilidad. Es muy posible que estos metales sean muy numerosos ; pero esta propiedad no ha sido bien patentizada sino sobre el antimonio y el sodio , aunque segun

M. Chaudet se encuentra tambien en el bismuto. Todos los demas metales se miran como fijos, pero nada nos atrevemos á asegurar sobre este punto, porque tal vez hay muchos que se volatilizarian verdaderamente bajo la influencia de una corriente de gas.

El mercurio es el mas volátil de todos los metales. Hierve á los 350° c., no se ha determinado el punto de ebullicion de los demas. El mercurio, aun es bastante volátil para producir vapores sensibles á la temperatura ordinaria. M. Faraday se ha asegurado de esta verdad suspendiendo una hoja de oro sobre una capa de mercurio en un vaso cerrado. Al cabo de algunos meses la hoja de oro que habia tenido el mayor cuidado de librar de todo contacto directo con el mercurio, se hallaba sin embargo amalgamada, es decir, trasformada en una aleacion de mercurio y oro. El mercurio no habia podido llegar á la hoja de oro sino pasando probablemente al estado de vapor.

725. Si todos los metales no gozan de una manera evidente la propiedad de trasformarse en vapores, todos parecen al menos estar dotados de la facultad de fundirse á una temperatura mas ó menos elevada; pero con respecto á este punto existen tambien diferencias muy notables. Mientras el mercurio es líquido á la temperatura ordinaria, y su punto de fusion se halla colocado á 40° aproximadamente bajo de cero, hay por el contrario muchos metales á quienes los hornos mas activos no pueden hacer entrar en fusion. Estos no son sin embargo enteramente infusibles; exigen para efectuar su fusion un fuego como el que se produce en el soplete de gas hidrógeno y oxígeno. Espuestos á la influencia de este aparato se funden inmediatamente; en este caso se halla el platino.

Se ha determinado con el mayor cuidado el punto de fusion de algunos metales. Para aquellos que funden antes de llegar al grado de fuego rojo, se han servido, ó al menos han debido servirse, del termómetro de mercurio ó del termómetro de aire ; y para los que efectúan su fusion pasado el grado rojo, han hecho uso del pirómetro de Wedgwood. Estos dos modos de determinar, no son comparables. En estos últimos tiempos M. Prinsep ha hecho conocer un método ingenioso para la valuacion de las altas temperaturas , en cuya aplicacion podrá hacer algun servicio importante. Este método consiste en el empleo de diversas aleaciones de oro y plata, y de oro y platino , cuyo punto de fusion se determina primeramente por medio del termómetro de aire. Recordaremos que se han servido en algunos casos de los calores específicos para determinar algunas temperaturas elevadas; pero los esperimentos de los señores Dulong y Petit, demuestran que este procedimiento es inexacto.

Es probable que tendrá mejor éxito por el método de M. Biot, que consiste en introducir una barra de hierro en el metal fundido, determinar su temperatura á cierta distancia del estremo introducido , y calcular la temperatura del baño por medio de las leyes tambien conocidas de la propagacion del calor al través de los metales.

Por ahora es preciso conformarse con los resultados que manifiesta la tabla siguiente:

1.° *Punto de fusion de los metales que se funden antes del grado rojo.*

	Termómetro cent.	
Mercurio......	39	Diversos químicos.
Potasio........	+ 58	Gay Lussac y Thenar.
Sodio..........	+ 90	id.
Estaño	+210	Newton.
Bismuto.......	+250	id.
Plomo.........	+260	Biot.
Teluro		un poco mas alta que el plomo.
Zinc...........	+370	Min. de M. Bronguiart.
Antimonio		un poco antes del calor rojo.
Cadmio........	id.	Stromeyer.

2.° *Punto de fusion de los metales que no se funden antes del calor rojo.*

	Pirómetro de Wedgwood.	
Plata..........	20	Kennedi.
Cobre	27	Wedgwood.
Oro............	32	id.
Cobalto........		un poco mas bajo que el hierro.
Hierro.........	130	Wedgwood.
Id..............	158	Makensie.
Manganeso....	160	Guiton.
Niquel.........	id.	Richter.
Paladio........		el menos fusible.

3.º *Metales que no hacen sino aglomerarse en la forja.*

Molibdeno.	Tungsteno.
Urano.	Cromo.

4.º *Metales que ni aun se aglomeran por la forja.*

Titano.	Rodio.
Cerio.	Platino.
Osmio.	Tántalo.
Irídio.	

Los metales de estas dos últimas clases no son sin embargo infusibles, pero no pueden fundirse sino por medio del soplete de gas hidrógeno y oxígeno.

726. *Propiedades eléctricas.*—Los resultados claros é importantes á que puede conducirnos la teoría electro-química, deben empeñarnos á estudiar con el mayor cuidado todo lo concerniente á las propiedades eléctricas de los metales. Diversos métodos pueden conducirnos á un conocimiento mas ó menos aproximado á las relaciones que existen entre estos cuerpos, relativamente á esta facultad.

Si la teoría eléctrico-química está bien fundada, parece que bastará el comparar entre sí los diversos metales y evaluar la fuerza con que cada uno de ellos se mantiene en sus combinaciones con los cuerpos no metálicos, que á escepcion del hidrógeno son siempre negativos con respecto á los metales. Hecha con cuidado esta comparacion, deberá suministrar la tabla exacta de la relacion eléctrica de los metales conocidos.

Pero tantas causas hacen dificil esta comparacion, que

los químicos no podrán en mucho tiempo contar con los resultados á que serán conducidos. Solamente recordaremos aqui que el órden suministrado por un cuerpo no metálico, no se raya el mismo para otro; que para un mismo cuerpo el número de átomos en las combinaciones tendrá una gran influencia sobre los resultados, circunstancias que bastan para demostrar que solo puede llegarse por este método á unos datos mas ó menos vagos.

727. La siguiente tabla es el resultado de las investigaciones de M. Berzelius sobre este objeto, y presentada en 1819. Contiene los metales colocados *al poco mas ó menos* en el órden de sus propiedades eléctricas generales, partiendo de los metales negativos á los positivos.

1.° Molibdeno.
Cromo.
Tungsteno.
Antimonio.
Teluro.
Tántalo.
Titano.
Osmio.
2.° Oro.
Iridio.
Rodio.
Platino.
Paladio.
Mercurio.
Plata.
Cobre.
Niquel.

Cobalto.
Bismuto.
Estaño.
Zirconio.
Plomo.
Cerio.
Urano.
Hierro.
Cadmio.
Manganeso.
Aluminio.
Itrio.
Glucino.
3.° Magnesio.
Calcio.
Estroncio.
Bario.
Sodio.
Potasio.
Litio.

728. Todo lo que puede decirse de esta série, es que los metales del primer grupo son mas negativos en general que los del segundo, y estos mas negativos que los del tercero en general. Por lo demas, el órden de las especies en cada grupo no está bien establecido, ni aun puede asegurarse que la clasificacion sea segura para el primero y segundo grupo, y que algunas especies del uno no deban trasportarse al otro.

Una sencilla reflexion hará tal vez apreciar en lo que valen estas clasificaciones generales.

Cuando hemos estudiado los cuerpos no metálicos nos ha sido facil formar con ellos grupos bien caracterizados, á saber:

1.° Fluor, cloro, bromo, iodo.
2.° Oxígeno, selenio, azufre.
3.° Boro, silicio, carbono.
4.° Fósforo, arsénico, azoe.

En cada uno de estos grupos es facil establecer el órden de energía eléctrica; pero si reunimos todos los cuerpos que contienen y queremos clasificarlos, esperimentaremos dificultades sin número. Estos trece cuerpos son bien conocidos, y si no pueden compararse con certidumbre, es porque se presentan anomalías, ó mas bien fenómenos complicados desde el momento en que no comparamos cuerpos de la misma naturaleza.

Es probable que entre los metales es necesario establecer unas distinciones semejantes, y que conviene no comparar entre ellos sino aquellos que gozan propiedades químicas análogas. Este es el verdadero medio de aclarar su historia, porque tanta dificultad habrá para establecer las relaciones exactas entre los metales considerados en conjunto, cuanta facilidad para ejecutar esto mismo en los metales comparados con aquellos que mas se aproximan á sus propiedades.

729. Veamos ahora si es posible sacar partido bajo el punto de vista de la clasificacion de las observaciones hechas sobre los metales, en lo relativo á su tendencia eléctrica.

Sabemos que entre dos metales puestos en contacto se desenvuelve un estado de equilibrio eléctrico, por medio del cual uno de ellos queda electrizado positiva, y el otro negati-

vamente. Estudiando los metales bajo este punto de vista, es como M. Pouillet ha formado la tabla siguiente, en la que cada metal es positivo con respecto al que le sigue:

Zinc.
Plomo.
Estaño.
Hierro.
Antimonio.
Bismuto.
Cobre.
Mercurio.
Plata.
Oro.
Teluro.
Paladio.
Platino.

Si como parece probable, la electricidad que los metales desenvuelven por su contacto resulta de la oxidacion de uno de ellos, y si el mas oxidable juega el papel positivo, esta série no representará otra cosa que la facilidad mayor ó menor con que los metales se oxidan á la temperatura ordinaria. Esto nos esplica por qué la plata mirada por los químicos como un metal positivo, parece por el contrario á los físicos un metal muy negativo. La electricidad debida al contacto no enseña á los químicos otra cosa que lo que ya saben por el estudio de las relaciones del oxígeno con los metales.

730. Muchas veces se ha medido la facultad conductriz de los metales para la electricidad. M. Davy que se ha ocupado el primero de este punto, imagina que esta facultad es

proporcional á la superficie de los hilos ó láminas metálicas, y que está en razon inversa de su longitud. Véase como esplica su relacion numérica, tomando el platino por 100.

Hierro....	82
Platino...	100
Estaño ...	109
Plomo....	380
Oro.......	400
Cobre	550
Plata.....	600

M. Becquerel, que se ha ocupado del mismo objeto ha encontrado por su parte los resultados siguientes:

Potasio.....	8
Mercurio...	21
Plomo......	50
Hierro......	95
Platino.....	100
Estaño.....	94
Zinc........	174
Plata.......	447
Oro.........	571
Cobre	609

M. Pouillet encuentra por otra parte otros números diferentes.

Plata á 0,986.	860
Cobre	738
Oro.............	623
Hierro..........	121
Platino.........	100

Para que estos resultados sean útiles á los químicos, necesitan una trasformacion. Aqui se supone que la observacion es hecha sobre hilos de igual seccion, mientras que si el poder conductor se refiere á alguna propiedad química, será preciso considerarle con relacion al número de las moléculas, ó lo que viene á ser lo mismo, dar el poder conductor de las moléculas. De este modo, se tendrá la tabla siguiente, suponiendo que las moléculas de los metales estan á igual distancia, á la temperatura ordinaria.

Mercurio...	0,6
Potasio.....	1
Platino.....	2
Plomo......	2
Hierro......	2
Zinc...	3
Estaño	4
Oro.........	8
Cobre	10
Plata.......	40

Es poco probable que las moléculas de todos los metales se hallen colocadas á igual distancia, á la temperatura ordinaria. Para sacar algun partido de la conductibilidad eléctrica, seria necesario hacer las observaciones á temperaturas diferentes, pero colocadas á igual distancia del punto de fusion de los metales.

Mas sea como quiera, las diversas tablas que acabamos de examinar demuestran bastante que la facultad conductriz de los metales, no puede ser de ninguna utilidad actual en las investigaciones de clasificacion.

731. El frotamiento ejercido entre dos metales es tambien

un manantial de electricidad ó mas bien la ocasion de una rotura de equilibrio eléctrico. Este fenómeno estudiado por M. Becquerel, por medio de aparatos sumamente delicados, le ha suministrado la tabla siguiente, en la que los metales estan colocados partiendo de los positivos á los negativos, es decir, que para cada metal, los que le siguen son negativos y positivos los que le preceden.

Antimonio.
Cadmio.
Hierro.
Zinc.
Cobre.
Plata.
Oro.
Estaño.
Plomo.
Platino.
Paladio.
Cobalto.
Niquel.
Bismuto.

Este órden parece talmente el que se obtiene cuando se emplea el calor como medio para escitar los movimientos eléctricos: es natural admitir que el frotamiento no obra aqui sino en virtud del calor que desenvuelve. Pero M. Becquerel no imagina que esto sea de esta manera, y se funda en que dos metales muy eléctricos por el frotamiento, como el antimonio y el bismuto, no lo son cuando se golpea fuertemente uno contra otro.

Cualquiera que sea la fuerza puesta en juego en estos fenómenos, cualquiera la propiedad de que dimanen, el órden á que conducen no se liga evidentemente á las propiedades químicas generales de estos metales.

732. Si con dos metales diferentes se forma un círculo en el cual los dos puntos de contacto de los metales estén reunidos por soldaduras, bastará calentar uno de ellos, para poner el fluido eléctrico en movimiento en este circuito metálico. Uno de los metales será tambien en este caso positivo y el otro negativo. Podrá, pues, formarse tambien una serie análoga á la que precede. Esto es lo que ha practicado M. Cumming colocando cada metal de manera que sea positivo con respecto al que le sigue, y por consecuencia negativo para el que le precede.

Por este medio se encuentra el orden siguiente:

Antimonio.
Hierro.
Zinc.
Oró.
Cobre.
Rodio.
Plomo.
Estaño.
Plata.
Manganeso.
Cobalto.
Paladio
Platino.
Niquel.
Mercurio.
Bismuto.

Basta tender la vista sobre esta serie, para observar que los efectos termo-eléctricos no tienen ninguna relacion con los fenómenos químicos.

M. Becquerel acaba de demostrar en una memoria muy notable, que el orden indicado por M. Cunming no es enteramente exacto. M. Becquerel adopta, segun los esperimentos practicados con todas las precauciones y cuidado que exigen semejantes investigaciones, el arreglo siguiente. Los metales estan dispuestos tambien de modo que preceden los positivos á los negativos.

Hierro.
Plata.
Oro.
Zinc.
Cobre.
Estaño.
Platino.

Esta colocacion, aunque muy diversa de la precedente no conviene mejor á los químicos. Asi M. Becquerel, por esperimentos dirigidos con una sagacidad singular ha llegado á este resultado; que el poder termo-eléctrico de un metal se liga con su poder radiante. Asi el movimiento eléctrico ocasionado por el calor depende de una propiedad física de los metales que no se liga en nada con las propiedades químicas. Partiendo de este punto de vista M. Becquerel, ha podido determinar los valores numéricos que indican el poder termo-eléctrico en cada uno de estos metales. Esto es lo que espresa la tabla siguiente:

Hierro......	5
Plata.......	4,07

Oro.........	4,052
Zinc........	4,035
Cobre.......	4
Estaño.....	3,99
Platino.....	5,68

Estos resultados tan preciosos para la física no pueden dirigirnos en la clasificacion de los metales.

733. No se llega á resultados mas positivos cuando se ponen los metales en contacto con unos agentes capaces de combinarse con ellos. El órden en que se colocan los metales depende entonces de la intensidad de la reaccion. Este órden varía segun el agente empleado, varía con la temperatura y varía en fin de modo, que nos dejan en una incertidumbre completa.

Los fenómenos eléctricos que juegan un papel tan grande en todas las reacciones químicas, son tambien demasiado poco conocidos para poderse afirmar sobre las nociones que nos suministra una base de clasificacion, para poder por su medio disponer en série los metales de una manera que corresponda al poco mas ó menos, al arreglo que sus propiedades químicas nos hacen considerar como mas verisimil.

734. Para establecer entre los metales una clasificacion útil bajo el punto de vista químico, no es este únicamente el caracter á que se debe atender; es necesario hacer intervenir la reunion de sus propiedades.

La clasificacion de los metales puede hacerse bajo diversos puntos de vista. En efecto, pueden distinguirse los metales que se emplean en las artes, de aquellos de que no se hace uso para este objeto; los metales amarillos de los metales blancos, los fijos de los volátiles, etc.; pero se advierte en se-

guida que estas distinciones no dan otro resultado que el que indican inmediatamente. Esto mismo sucede con respecto á las clasificaciones tomadas de los caracteres químicos cuando estos caracteres estan reducidos á un solo órden de combinacion. Asi, que si se clasifican los metales segun sus relaciones con el oxígeno será buena esta clasificacion en todas las reacciones que el oxígeno intervenga, pero no lo será en los casos en que este cuerpo no haga parte de las materias empleadas.

Para clasificar bien los metales y todos los cuerpos en general, será pues necesario estudiar con atencion sus reacciones sobre un gran número de sustancias diferentes y reunir todos aquellos que ofrecen mayor número de caracteres comunes. Aunque este trabajo no se haya hecho todavía de una manera completa, pueden sin embargo clasificarse los metales bastante aproximadamente haciendo uso de sus reacciones conocidas, para esperar que los cambios de posicion que puedan sufrir en lo sucesivo, no sean muy importantes ni numerosos.

No pretendo esponer aqui la clasificacion de los metales por familias; temeria emitir sobre este punto unas ideas que me veré obligado á modificar en el momento en que determine por última vez los trabajos del tercer volúmen (1) de esta obra. Hay algunos metales que se aproximan por tantos caracteres que es inútil insistir con respecto á ellos sobre el asunto en cuestion; tales son el titano, el estaño, el cromo, el manganeso, etc. Pero hay otros que es preciso estudiar bajo este punto de vista antes de tomar una decision; la clasificacion adoptada en esta obra está fundada sobre estos principios; en el volúmen siguiente se hallarán los metales agrupados por familias.

(1) Entiéndase siempre el tercer volúmen del original. (N. del T.)

Para demostrar el sentido en que concibo esta clasificacion y hacer ver el partido que puede esperarse de ella, voy á presentar aqui los caracteres generales de una de estas familias; de aquella, cuya historia va á ocupar la mayor parte de este volúmen.

PRIMERA FAMILIA.

Primera seccion.	*Segunda seccion.*
Potasio.	Bario.
Sodio.	Estroncio.
Litio.	Calcio.

La analogía que existe entre estos metales ha sorprendido á todos los químicos; en efecto, poseen caracteres comunes muy numerosos.

Todos estos metales son susceptibles de descomponer el agua á la temperatura ordinaria.

Todos forman protóxidos solubles en el agua y estan dotados en el mas alto grado de la facultad de hacer el papel de bases poderosas.

Producen deutóxidos que no pueden hacer veces de bases ni de ácidos, y que se descomponen en el agua; esta, desaloja en ellos una parte del oxígeno, y los hace pasar al estado de protóxidos; en los de la primera seccion el efecto se produce en frio; en los de la segunda solo se verifica por el intermedio de la ebullicion.

Estos metales no se combinan con el cloro sino en una sola proporcion; los cloruros de la primera seccion cristalizan sin agua; los de la segunda retienen á este líquido. Los cloruros, bromuros y ioduros que forman todos, son solubles.

Pueden combinarse con el azufre en muchas proporciones; todos los sulfuros son sulubles, y sus proto-sulfuros pueden unirse al hidrógeno sulfurado.

Forman fosfuros susceptibles de descomponer el agua á la temperatura ordinaria, de donde resultan hipo-fosfitos é hidrógeno perfosforado; sus arseniuros se conducen de una manera análoga.

Los protóxidos de estos metales forman sulfatos indescomponibles por el fuego; pero en tanto que los sulfatos de la primera seccion son muy solubles, los de là segunda lo son poco ó nada.

Los sulfitos que forman se descomponen al fuego en sulfatos y en sulfuros metálicos.

Sus nitratos se descomponen tambien por el fuego; los de la primera seccion desprenden el oxigeno y se trasforman en hipo-nitritos; los de la segunda producen oxígeno y ácido nitroso dejando algunas veces un resíduo que contiene peróxido.

Los de la primera seccion forman hidratos y carbonatos indescomponibles por el fuego; entre los de la segunda el bario es el único que goza de esta propiedad.

El cloruro seco descompone sus óxidos al calor rojo, desaloja al oxígeno y se apodera del metal. El cloro en fin, se une á sus hidratos y forma cloruros de óxidos; puede tambien producir con ellos cloratos y cloruros metálicos. El bromo y el iodo producen con ellos resultados análogos.

El azufre al calor rojo trasforma sus óxidos en sulfatos y sulfuros; á 100° produce sulfuros é hipo-sulfitos.

El fósforo á la temperatura de 100° poco mas ó menos suministra con sus hidratos hidrógeno perfosforado é hipo-fosfitos.

El hidrógeno no tiene accion sobre sus óxidos.

El carbono no la tiene sobre los de la segunda seccion, pero descompone los de la primera, ó al menos á la potasa y á la sosa.

Sus cloruros y sus proto-sulfuros producen con el ácido sulfúrico concentrado, gas ácido hidro-clórico ó gas ácido hidro-sulfúrico.

Todos estos metales son isomorfos.

Me atrevo á decir que los resúmenes y aproximaciones de este género pueden contribuir con mucho á los progresos de la química. Esta ciencia está bastante adelantada, al menos en lo relativo al reino inorgánico, para poder alcanzar grandes pensamientos de reunion y analogías nada equívocas.

Ya se ha puesto en práctica; con respecto á los cuerpos no metálicos, solo se poseen ensayos menos decisivos. En el tercer volúmen de esta obra se hallarán los metales dispuestos bajo este punto de vista, segun los hechos que me son conocidos y por esperiencia he agrupado de la manera mas general y concisa.

735. Para terminar lo relativo á este grupo de cuerpos, podrá ser muy útil esponer aqui las ideas que hay formadas de la naturaleza de los metales. Estas ideas estan fundadas sobre cierta reunion de hechos, que tomados aisladamente no ofrecerian ninguna prueba positiva: que tomados reunidos distan mucho de constituir una demostracion; pero que conducen siempre á un punto de vista digno de atencion. Este punto discutido muchas veces por M. Davy, parece ser aquel que mira este observador como el mas verisimil.

Si en los metales solo se quieren ver unos elementos, muchos de los rasgos característicos de este grupo de cuerpos quedan hechos aislados, que ninguna ligacion comun los

reune. Si por el contrario, quieren considerarse como cuerpos compuestos, estos mismos caracteres se ligan entre sí por analogías que parecerán al menos singulares.

Considerando los metales como cuerpos compuestos , nos vemos obligados en seguida á admitir la existencia del hidrógeno. Este es un retroceso hácia la teoría del flogístico, pero con las modificaciones que exige el estado actual de la ciencia.

Admitamos por un momento que los metales sean en efecto compuestos de un radical desconocido y de hidrógeno; hallaremos una presuncion favorable á esta suposicion en la existencia del hidruro amoniacal de mercurio, y en la del hidruro amoniacal de mercurio y potasio. Aqui , en efecto , se tienen unos compuestos dotados del mas alto grado de brillo metálico y de todos los caracteres de las aleaciones. Estos compuestos contienen siempre un azoturo de hidrógeno formado de un volúmen de azoe y cuatro de hidrógeno. De donde se concluye que el amoniaco se trasforma en un metal en cuanto á los tres volúmenes de hidrógeno que contiene , ó añadiendo un cuarto.

Pero de que el azoe , el hidrógeno y el mercurio puedan formar una materia dotada de brillo metálico y de las propiedades de las aleaciones, seria muy adelantado el concluir que el azoe y el hidrógeno puede producir un metal. Porque el acero y la fundicion, estan dotados de un brillo metálico estraordinario , á pesar que en su composicion entre mas carbono ó silicio que azoe é hidrógeno en el compuesto que acabamos de citar. De que el hidruro amoniacal de mercurio posea los caracteres metálicos, no resulta que el hidrógeno y el amoniaco formen un metal. El silicio y el carbono poseen tambien la facultad de producir unos compuestos que tienen

el carácter metálico, y el hecho relativo á los hidruros pierde con esto mucho de su importancia.

Sin embargo, este hecho basta para demostrar que si los metales son cuerpos compuestos, deben probablemente contener hidrógeno.

Siendo tan débil el peso atómico del hidrógeno, y su energía positiva tan grande, se concebirá fácilmente que puede haber en los diversos metales cantidades de hidrógeno muy variadas, y que la presencia de este cuerpo determinará las propiedades positivas del metal.

736. M. Gay-Lussac ha hecho hace mucho tiempo una advertencia que es muy propia de este lugar. Este químico observa, y en general el hecho es verdadero, que entre los metales aquellos cuya pesantez específica es mas débil, son los que absorven mayor cantidad de oxígeno para formar los óxidos; y por el contrario, los que tienen mayor densidad absorven mucho menos oxígeno. Esto equivale á decir que los metales mas densos son aquellos cuyos átomos tienen mayor peso, y que los metales mas ligeros son por el contrario los que tienen el peso atómico mas débil. Esta ley no tiene una exactitud rigorosa; pero si se dividen los metales en dos grupos bajo este punto de vista, se encuentra que cuando la densidad varia entre 9 y 21 el peso atómico difiere poco de 1200; y que si la densidad varia de 9 á 1 ó mas bajo, el peso atómico difiere poco de 400; esto es lo que prueba la tabla siguiente:

Primer grupo.

Metales.	Densidad.	Pesos atómicos.
Platino............	21,0	1215,0
Oro...............	19,2	1243,0
Tungsteno........	17,6	1183,0
Mercurio..........	13,5	1265,8
Paladio...........	11,8	703,7
Plomo.............	11,3	1294,0
Plata..............	10,4	1350,0
Bismuto...........	9,8	1330,0
Urano.............	9,0	2711,3

Segundo grupo.

Metales.	Densidad.	Pesos atómicos.
Cobalto...........	8,5	369,0
Cobre.............	8,8	395,0
Cadmio...........	8,6	696,0
Niquel............	8,0	369,7
Hierro............	7,7	339,2
Molibdeno........	7,4	596,8
Estaño............	7,3	735,3
Zinc..............	7,0	403,2
Manganeso.......	6,8	355,7
Antimonio........	6,7	806,4
Teluro............	6,1	403,2
Titano............	5,3	340,0
Sodio.............	0,972	290,0
Potasio...........	0,865	487,9

Véase aqui un hecho incontestable. Si los metales son

cuerpos simples no puede pasarse mas adelante; pero si contienen hidrógeno, el hecho se esplica muy fácilmente. En efecto, los metales en sus combinaciones hacen siempre el papel positivo, y de aquí puede concluirse que es su hidrógeno el que se combina con los otros cuerpos. Entonces los metales que exigen mas oxígeno deben ser aquellos que contienen mas hidrógeno. Como el hidrógeno es el mas ligero de todos los cuerpos conocidos, estos metales deben por lo tanto ser los menos densos. Por último, como la condensacion de los elementos entre el hidrógeno y el radical del metal puede variar del uno al otro, las densidades y los pesos atómicos no seguirán una série regular.

Todos estos resultados coinciden con los que demuestra la tabla precedente.

Si los metales estan formados de un radical negativo y de hidrógeno que jugará el papel positivo, se concibe que si el radical negativo es el mismo para todos los metales, será necesario admitir muchos mas átomos para el platino por ejemplo, que para el potasio. Los metales, cuyo peso atómico es muy crecido, serán por lo tanto los metales negativos. Estos se combinarán dificilmente con el oxígeno y con el cloro, etc. Los metales, cuyos átomos sean de poco peso, serán por el contrario los metales positivos y tendrán mucha afinidad con el óxigeno, con el cloro, etc.

Cuando los cuerpos no metálicos se unan á los metales en general, harán con el hidrógeno la combinacion. Asi los óxidos podrá considerarse como unos compuestos de agua y del radical de los metales. Por este medio podrá tambien evaluarse la cantidad de hidrógeno que cada metal deberá contener. Se ha supuesto que en un peróxido hay bastante hidrógeno para convertir el oxígeno en agua. Asi el potasio de-

berá contener seis átomos de hidrógeno, puesto que es susceptible de absorver tres de oxígeno.

737. Esto basta para una cuestion puramente especulativa, que el lector tendrá buen cuidado de no confundir ni con los desvaríos de los alquimistas, ni con las esclamaciones ininteligibles de los últimos defensores del flogístico.

Newton considera los metales como unos cuerpos compuestos. Davy se adelantaba todavia mas y admitia como muy verisimil la existencia del hidrógeno en los metales. Este punto de vista y las consecuencias que de él se deducen, se dejan percibir como el guia que le dirigia en la mayor parte de sus investigaciones.

Semejantes autoridades bastan para hacer admitir desde luego, que en todas las cuestiones relativas á las propiedades de los metales, es necesario tener presente la hipótesis que los considera como cuerpos compuestos, siempre que estas cuestiones no puedan decidirse sino por analogías y comparaciones con otros cuerpos compuestos tambien. Esta es la única aplicacion útil que puedo indicar de las consideraciones precedentes; pero es suficiente para que haya debido hacerlas conocer.

Seria absurdo el introducir semejantes miras en la práctica de la ciencia; porque si las suposiciones de esta especie pueden ser útiles al químico para dirigirle en sus investigaciones, para guiarle en las comparaciones que establece entre los cuerpos y demostrarle los límites de las generalidades que deduce de ellas, no pueden ofrecer sino confusion y ridiculez siempre que se pretende conducir demasiado lejos las aplicaciones.

Unas ideas análogas han servido de refugio á los partidarios del flogístico. Para estos, solo existen dos elementos, el

oxígeno y el hidrógeno ; todos los demas cuerpos son compuestos. Tal es en el dia el estado de la química , que si se llegara á demostrar que esto era evidente , solo abria necesidad de cambiar algunos nombres , y todo el edificio esperimental quedaria como existe en la actualidad.

Esta marcha segura , lógica y sabia, no ha sido comprendida por los partidarios del flogístico ; y cuando han tratado de representar todos los hechos de la ciencia por medio de un lenguaje conforme á su hipótesis , han sido repulsados con el desden que merecia esta tentativa tan poco filosófica, pero que la hipótesis primitiva no merecerá tal vez.

Los alquimistas admitian tambien sin duda, que los metales eran cuerpos compuestos , pero ¿sobre qué base se apoyaban? Esto seria dificil de hallar en la actualidad , en medio del cúmulo de sus desvaríos astrológicos. Al principio la impostura , al medio la ilusion , y por último la miseria , tal es el círculo en que ha pasado siempre la vida de los alquimistas. Seria una investigacion inútil la que tuviera por objeto el remontarse al orígen de la alquimia, tratando hallar la cadena de los razonamientos de sus iniciados.

Considerando la ciencia tal como se halla en la actualidad , puede decirse que los metales parecen ser unos cuerpos compuestos , y que es muy posible que contengan el hidrógeno. El número tan crecido de los metales , el peso atómico tan considerable de algunos de ellos comparado con el hidrógeno , son los motivos por donde puede apoyarse esta opinion.

CAPITULO II.

ALEACIONES.

738. Las aleaciones son unos compuestos, que es necesario colocar entre los cuerpos mas útiles que poseemos. Los metales juegan en la industria un papel muy importante, y es facil advertir que unos compuestos que pueden variar hasta lo infinito, sin perder su caracter metálico deben ofrecer aplicaciones muy numerosas. Son pocos los metales que se pueden adoptar para las necesidades de las artes, porque estas necesidades exigen muchas veces propiedades especiales, que los metales comunes no poseen. Es necesario, pues, recurrir en tal caso á las aleaciones y buscar entre ellas las que realizan los caracteres que se necesitan. Para esto es necesario, estudiar las propiedades que adquieren los metales cuando se combinan entre sí, y reemplazarlas creando en cierto modo otras nuevas, cuya utilidad en ciertos casos sea comparable á la de los mismos metales. Conocemos unos cuarenta metales poco mas, de los cuales doce únicamente tienen un empleo real y estenso; mientras que el número de las aleaciones que se emplean es ya muy considerable y puede serlo todavia mas.

Los metales que se emplean son los siguientes:

Hierro.	Mercurio.
Cobre.	Zinc.
Plomo.	Platino.
Estaño.	Arsénico.
Plata.	Antimonio.
Oro.	Bismuto.

Entre estos metales, el platino se emplea siempre en el estado de pureza; el hierro, el cobre, el plomo, el estaño, la plata, el oro y el zinc se reemplazan en ciertos casos en el estado de pureza tambien; pero en todos aquellos que exigen la dureza, hay precision de trasformarlos en aleaciones: el arsénico, el antimonio y el bismuto son demasiado quebradizos, y no pueden por esto emplearse jamás en el estado de pureza.

739. Algunos ejemplos aclararán lo que precede, manifestando el partido que las artes han sabido sacar de las modificaciones que hace esperimentar á los metales su paso al estado de aleaciones.

Supongamos que deseeamos hacer los caracteres de imprenta con los metales; los que podremos emplear para este objeto son, el hierro, el cobre, el estaño y el plomo; los dos primeros son demasiado duros y destrozarian el papel; los otros dos son demasiado blandos, y se desfigurarian bajo el esfuerzo de la prensa. Para evitar estos inconvenientes será necesario ablandar los unos y endurecer los otros, y esto se consigue haciendo una aleacion de 20 partes de antimonio y 80 de plomo; formando por este medio relativamente á las artes un nuevo metal mas duro que el plomo, y que llena perfectamente todas las condiciones.

No solamente cambian las propiedades de los metales con su aleacion, sino tambien variando las proporciones de esta. En efecto, combinando 90 partes de cobre con diez de estaño se obtiene una liga, cuya densidad es mayor que la densidad media de los dos metales que la constituyen; mas tenaz, mas dura y mas fusible que el cobre; muy poco maleable cuando se enfria lentamente; muy maleable cuando despues de haberla calentado hasta el grado rojo se la introduce en el agua

fria. Con esta liga se hacen los cañones de artillería, las medallas y las estatuas de bronce. Si se alean 80 partes de cobre y 20 de estaño resultará un compuesto notable por la propiedad que tiene de ser muy sonoro; este es el metal con que se fabrican las campanas. En variando un poco esta última proporcion se obtiene una aleacion con la cual se hacen los tantames, los címbalos y los timbres de los relojes. Si se unen á 60 partes de cobre 30 de estaño se obtendrá una aleacion susceptible de un hermoso pulimento; esta se emplea para hacer los espejos de los telescopios.

Para cada uso convienen propiedades particulares, y es necesario crear una nueva liga para realizarlas; de esto nos convenceremos con el siguiente ejemplo. El laton mas estimado y buscado por los torneros de metales contiene de dos á tres centésimas de plomo, y este laton no se presta bien para los trabajos á martillo; y recíprocamente el laton que no contiene plomo se trabaja muy bien con el martillo y mal al torno. Asi cada empleo de por sí, exige una combinacion particular. Entre los caracteres de una civilizacion adelantada es necesario contar tambien todas las aleaciones que existen en el comercio para proveer á las necesidades de las artes.

Cada aleacion es para las artes un nuevo metal que es útil ó inútil, segun sus propiedades físicas y químicas.

Desgraciadamente no pueden preverse las propiedades que tendrán segun su composicion; solo podremos llegar á este conocimiento por medio de un estudio especial.

Mucho nos falta que cultivar sobre este campo, cuya estension es prodigiosa; millares de aleaciones son susceptibles de formar los metales comunes que tenemos á nuestra disposicion, pero apenas se conocen de dos á trescientas, y aun de

este pequeño número puede asegurarse que solo han sido estudiadas con cuidado unas sesenta.

740. ¿Las aleaciones son unas simples mezclas, ó son unos compuestos definidos? Muchos químicos imaginan que no son otra cosa que unas mezclas, y apoyan su opinion en que los metales se combinan en todas proporciones. Cien partes de plata por ejemplo, se unen con 1, 2, 3, 100,... 200, ... 1000, etc., partes de plomo. Nosotros no podemos mirar la cuestion bajo este aspecto; porque puede suponerse que los metales se combinan en cierto número de proporciones determinadas, las cuales pueden unirse entre sí y dar lugar á las aleaciones que parecen separarse mucho en este caso de las leyes de composicion que se observan en todos los demas cuerpos. Muchos hechos pueden citarse en apoyo de esta hipótesis. Efectivamente, sabemos que cuando una aleacion está fundida, se separa por el reposo en dos ó muchas capas que son otros tantos compuestos diferentes; que cuando se calienta á una temperatura elevada una aleacion que contiene un metal volátil haciendo abstraccion de las amalgamas, éste no se volatiliza casi nunca enteramente; que es retenido en parte por el otro metal; y que si se halla en pequeña proporcion es casi imposible el volatilizarle.

Está demostrado por muchos ensayos que se han practicado con el mayor cuidado que todo el oro nativo que proviene de las arenas auríferas, contiene constantemente plata, y que el oro y la plata se unen siempre en este caso en proporciones atómicas. Asi se ha reconocido que un átomo de plata se halla unido con 4, 5, 6,.... 12 átomos de oro, pero jamás con número fraccionario de átomos.

Se sabe que haciendo una amalgama de una parte de plata con 12 ó 15 partes de mercurio, y comprimiendo en segui-

da esta mezcla para hacerla pasar al través de una gamuza, la amalgama se separa en dos partes, de las cuales la una que contiene una cantidad muy pequeña de plata y mucho mercurio, pasa al través de la piel, y la otra formada por una parte de plata y ocho de mercurio es un compuesto en proporciones definidas que cristaliza fácilmente y queda en la gamuza. Una separacion análoga se reproduce en el azogado de los espejos, cuando al cargarlos de peso se fuerza por la comprension á la amalgama de estaño mas líquida á escaparse por los costados del cristal, en tanto que queda otra parte que está formada en proporciones definidas, que cristaliza con facilidad y adhiere fuertemente al cristal.

En fin, vamos á citar por último ejemplo una aleacion que se separa de una manera muy pronunciada en dos compuestos atómicos. La licuacion de los metales nos suministrará este ejemplo. Sabemos que para estraer la plata del cobre se empieza por alear cierta cantidad de plomo á esta liga, de manera que el plomo y el cobre se hallen átomo por átomo en el compuesto. Cuando se llega á calentar la aleacion á cierta temperatura se separa en dos compuestos, de los cuales el uno mucho mas fusible contiene 12 átomos de plomo y un átomo de cobre; y el otro menos fusible contiene por el contrario 12 átomos de cobre y un átomo de plomo. Esta arrastra las 12/13 de plata que pueden estraerse por la copelacion.

Este fenómeno tan digno de atencion nos esplica bastante bien lo que debe suceder con todas las demas aleaciones cualquiera que sean las proporciones que las constituyan. Es evidente que cuando se mezclan dos metales en el estado de fusion y se abandona la masa al enfriamiento, producen cierto número de compuestos en proporciones definidas que cristalizan

sucesivamente en el órden de su menor fusibilidad. Si todos son sólidos á la temperatura ordinaria, la masa concluirá por presentar un aspecto homogéneo; mas por un calor conveniente podrán volverse á fundir los compuestos mas fusibles sin tocar á los que lo son menos. Asi el fenómeno de la licuacion depende de la division que se ha establecido por el enfriamiento.

¿No es evidente segun todos estos ejemplos de separacion que se efectuan en las aleaciones en proporciones determinadas, que deben ser todos verdaderamente unos compuestos en relaciones atómicas simples, y que si en apariencia pueden formarse en todas proporciones, es porque las aleaciones son generalmente solubles unas en otras como en los mismos metales?

741. *Propiedades.*—Las aleaciones tienen la mayor relacion con los metales. Todas son sólidas á escepcion de las amalgamas en que predomina el mercurio y la aleacion de tres partes de sodio y una de potasio que es líquida á cero. Todas son brillantes, dotados de brillo metálico, opacas y tienen un color que las es propio; son buenas conductoras del fluido eléctrico y del calórico.

La densidad de las aleaciones es ya mayor, ya menor de la que se obtendria por el cálculo partiendo de la cantidad y de la densidad de los metales que las constituyen.

Aleaciones cuya densidad es mayor que la densidad media de los metales que las constituyen.	Aleaciones cuya densidad es menor que la densidad media de los metales que las constituyen.
Oro y zinc,	Oro y plata,
Oro y estaño,	Oro y hierro,

Oro y bismuto,
Oro y antimonio,
Oro y cobalto,
Plata y zinc,
Plata y plomo,
Plata y estaño,
Plata y bismuto,
Plata y antimonio,
Cobre y zinc,
Cobre y estaño,
Cobre y paladio,
Cobre y bismuto,
Cobre y antimonio,
Plomo y bismuto,
Plomo y antimonio,
Platino y molibdeno,
Paladio y bismuto.
Oro y plomo,
Oro y cobre,
Oro é iridio,
Oro y niquel,
Plata y cobre,
Cobre y plomo,
Hierro y bismuto,
Hierro y antimonio,
Hierro y plomo,
Estaño y plomo,
Estaño y paladio,
Estaño y antimonio,
Niquel y arsénico,
Zinc y antimonio.

Nada puede decirse de general sobre la dilatacion y capacidad para el calórico de las diversas aleaciones; se sabe que son peores conductores de la electricidad y del calórico que los metales que las componen; se sabe tambien que tienen la propiedad de electrizarse por el contacto como los metales.

742. Se ha sacado partido de la facilidad con que algunas aleaciones se dejan pulverizar para aumentar el poder de las máquinas eléctricas comunes. Pero aqui el papel de las aleaciones que se emplean no tiene ninguna relacion con su facultad de electrizarse por el simple contacto; las aleaciones que surten mejor efecto son las que contienen unos metales muy oxidables, y es muy verisimil que sean debidos sus

buenos efectos á los fenómenos eléctricos que acompañan la oxidacion.

Las amalgamas poseen en alto grado la propiedad de electrizar el vidrio por el frotamiento. Las amalgamas de estaño y la de zinc son las que se emplean con preferencia. Para formar la primera se alean partes iguales de mercurio y de estaño, y se muelen reunidas 6 partes de esta amalgama caliente todavia, con una de creta un poco caliente tambien; el polvo que se obtiene debe conservarse en frascos bien secos: con este polvo se frotan las almohadillas de la máquina eléctrica. El efecto es mejor todavia cuando se sustituye el zinc al estaño en esta amalgama; entonces se ponen una parte de zinc y 5 de mercurio.

Pero la mejor aleacion eléctrica resulta de la aleacion de estos dos metales reunidos; para formarla se toman una parte de zinc, otra de estaño y dos de mercurio; se funden reunidos el zinc y el estaño, y antes que se solidifiquen se añade el mercurio poco á poco; la amalgama se pulveriza cuando todavia se halla caliente, hasta reducirla á un polvo muy fino y negro. Para usarlo se enseban un poco las almohadillas y se espolverean bien por todas partes, igualmente con esta amalgama pulverizada.

743. Las aleaciones son en general menos ductiles, mas duras y mas ágrias que el mas ductil de los metales que hacen parte de ellas.

Las aleaciones que resultan de la combinacion de los metales ductiles entre sí, son quebradizas ó ductiles. Cuando estan formadas de proporciones casi iguales, tanto tienen de quebradizas como de ductiles; pero cuando uno de los metales predomina mucho, son las mas veces ductiles. Combinando los metales ductiles con los quebradizos, se obtienen

siempre aleaciones quebradizas si el metal quebradizo predomina, ó si está en proporcion casi igual con el metal ductil. Las aleaciones formadas por metales ductiles y quebradizos son todas ductiles, con alguna escepcion, cuando el metal ductil predomina. Todas las aleaciones formadas por metales quebradizos, son quebradizas tambien sin escepcion.

Algunas aleaciones son sonoras en muy alto grado.

Para hacer todos estos resultados sensibles, nos bastará presentar aqui tres séries que tienen por otra parte la ventaja de referirse á unas aleaciones muy importantes, cuales son el bronce y el *laton*. Se han practicado diversos ensayos para unir el bronce y el zinc, el cobre y el estaño; y por último, el cobre, el estaño y el zinc en diversas proporciones, y las tablas siguientes ofrecen los resultados obtenidos.

Cobre y zinc.

Estas aleaciones en proporciones diferentes constituyen el *laton*, el *similor*, la *tumbaga* y otras diversas aleaciones, cuyos nombres varian con los caprichos de la moda. Véanse los resultados obtenidos por Margraff:

	Cobre.	Zinc.	
N.° 1	— 100 —	100 —	La mitad del zinc se volatiliza ó se quema durante la fusion de los metales. La aleacion que se obtiene, no se presta fácilmente á la lima, y se quiebra bajo los golpes del martillo. Su fractura es granosa y su color amarillo.
N.° 2	— 100 —	50 —	Se quema ó se volatiliza un poco de

zinc, pero poco. La aleacion se asemeja á la precedente.

N.° 3 — 100 — 33—Se quema menos zinc que en el número 2. La aleacion que resulta puede limarse con facilidad. Es un poco maleable, su fractura es granosa, su color amarillo.

N.° 4 — 100 — 25—Se quema menos zinc que en el número 3; su color es amarillo, se deja limar, se estiende por la accion del martillo, su fractura es unida.

N.° 5 — 100 — 20—Se quema todavia menos zinc que en la anterior; la aleacion es tierna, maleable, su fractura brillante y de un hermoso amarillo.

N.° 6 — 100 — 16—No se pierde casi nada de zinc. La aleacion es de un amarillo mas hermoso que el del núm. 5; es tierna y maleable.

N.° 7 — 100 — 14—Esta aleacion es de un amarillo brillante, muy tierna y maleable.

N.° 8 — 100 — 12—Esta es de color de oro, de un grano mas fino que las precedentes, tierna y maleable.

N.° 9 — 100—8 ó 9—Aleaciones de color de oro muy bello, es muy facil de limar, muy maleable y de un grano muy fino.

Parece segun estos esperimentos que la cantidad mayor que puede estar unida al cobre por el intermedio del calor

rojo es al poco mas ó menos la que marca el núm. 1 y 2, la que resulta de dos átomos de cobre para un átomo de zinc. La aleacion no se hace maleable (núm. 4) sino cuando se unen lo menos 4 átomos de cobre á un átomo de zinc. En fin, la aleacion no presenta la tinta del oro (núm. 8) sino cuando se halla en la relacion de 8 átomos de cobre por uno de zinc.

Cobre y estaño.

Estas aleaciones en proporciones diversas constituyen el metal de los espejos de telescopios, el de las campanas, de los tamtanes, el bronce de cañones, etc. Véanse aqui los resultados de diversas proporciones segun Margraff.

	Cobre.	Estaño.	
N.° 1	100	100	Se oxida un poco de estaño durante la fusion. La aleacion es blanca agrisada, y se presta á la lima.
N.° 2	100	50	Esta aleacion se oxida un poco, es quebradiza, blanca, su fractura unida, este es *el metal de los espejos de telescopio.*
N.° 3	100	33	El estaño se oxida poco; la aleacion es blanca, quebradiza, su fractura unida; se presta á la accion de la lima.
N.° 4	100	25	La fractura es granosa, el color blanco amarillento; la aleaccion es quebradiza, pero se deja limar. Este es el *metal de campanas* y el de los *tamtanes.*

N.° 5 — 100 — 20 — Esta aleacion es quebradiza, su fractura granosa se presta á la lima, su color es amarillo.

N.° 6 — 100 — 16 — Un poco maleable; fractura granosa, color amarillo, se deja atacar por la lima.

N.° 7 — 100 — 14 — Mas facil de limar que el número 6, mas maleable, de color mas amarillo y de fractura mas granosa.

N.° 8 — 100 — 12,5 — Dura, pero un poco maleable; de color amarillo rojizo; su fractura de un grano mas fino que el número 7.

N.° 9 — 100 — 11 — Aleacion sonora, fractura granosa, color rojizo, se deja atacar por la lima. Este es el metal de los cañones.

N.° 10 — 100 — 10 — Como la anterior.

N.° 11 — 100 — 9 — Como el núm. 9; mas roja, mas facil de limar y de un grano mas fino.

N.° 12 — 100 — 8 — Roja amarillenta, de grano fino, un poco maleable, se deja limar. Este es al poco mas ó menos *el bronce de las medallas y de las monedas.*

Para que el estaño no se oxide demasiado es necesario que la aleacion contenga dos átomos de cobre por uno de estaño (núm. 1). La aleacion mas sonora resulta de 8 átomos de cobre por uno de estaño (núm. 4); en fin, la aleacion no toma el color amarillo sino cuando contiene 12 átomos de cobre por uno de estaño (núm. 6).

Cobre, zinc y estaño.

Las aleaciones que se obtienen con estos tres metales se introducen en el comercio muchas veces y se confunden frecuentemente ya con el laton, ya con el bronce, segun que se aproximan mas ó menos á una de estas dos aleaciones. Véase aqui el resultado de los esperimentos de M. Margraff sobre estos compuestos.

	Cobre.	Zinc.	Estaño.	
N.º 1	— 100—	100—	100—	Pierde mucho zinc en la fundicion. La aleacion es muy blanca, se deja limar, pero es muy quebradiza y su fractura muy grosera.
N.º 2	— 100—	50—	50—	Pierde tambien mucho zinc en la fusion: la aleacion es quebradiza, se deja limar, es blanca, su fractura de un grano mas fino que el núm. 1.
N.º 3	— 100—	25—	50—	Blanco ligeramente amarillento; duro, el grano poco unido, se deja limar, pero no es maleable.
N.º 4	— 100—	25—	25—	Pierde poco por la fundicion, quebradizo, granoso, amarillento, se deja limar.
N.º 5	— 100—	20—	20—	Fractura granosa, duro, quebradizo, amarillento, se deja limar.

N.° 6	100	16	16	Fractura muy unida, duro, quebradizo, amarillento, dificil de limar.
N.° 7	100	14	14	Un poco maleable, amarillo, se presta mejor á la lima.
N.° 8	100	12,5	12,5	Fractura muy unida, mas maleable y facil de limar que el núm. 7.
N.° 9	100	11	11	Las mismas propiedades; mas maleable y amarillo que el anterior.
N.° 10	100	10	10	Grano fino, de un amarillo muy hermoso; maleable.
N.° 11	100	8	8	Mas fino, mas amarillo, mas maleable y mas facil de limar que el anterior.
N.° 12	100	7	7	Muy fino, maleable, facil de limar, de color de oro.
N.° 13	100	6	6	Hermoso color de oro, cede bien á la lima y al martillo.

Estas aleaciones que se preparan tan fácilmente añadiendo estaño al laton, parecerán unos manantiales preciosos para la industria cuando se hallen sometidas á un exámen detenido.

744. Cuando se espone una aleacion á la accion del calor, se calienta, se dilata y entra en fusion; se advierte que este punto de fusion es en general mas bajo para las aleaciones que para el metal menos fusible que entra en su composicion. Cuando los metales que forman la aleacion son fusibles poco mas ó menos al mismo grado, la aleacion es fusible á un grado inferior al punto de fusion

del mas fusible de los metales. La aleacion de D'Arcet, formada de 8 partes de bismuto, 5 de plomo y 3 de estaño es muy notable por su fusibilidad; se funde al calor que produce el agua hirviendo, y aun puede fundirse cuando este líquido solo se halla á 90 ó 95°.

Las primeras observaciones relativas á la notable fusibilidad de ciertas aleaciones, son debidas á Newton. Este gran observador habia notado que una aleacion de 5 partes de bismuto, 3 partes de estaño y 2 partes de plomo se solidificaban hácia los 100° al poco mas ó menos. Musschenbroeck, Margraff, Rose y D'Arcet se han ocupado de esta aleacion, que ha conservado en Francia el nombre de D'Arcet, y en Alemania el de aleacion de Rose. Cuando se unen estos tres metales en cualquiera proporcion que sea, se obtienen unas aleaciones que entran en fusion á una temperatura mas baja que el mas fusible de todos ellos; puede juzgarse de este hecho por la tabla siguiente, sacada de los esperimentos de M. D'Arcet.

	Bism.	Plom.	Estaño.	
N.° 1	7	2	4	Se ablanda á 100°. Pero no funde; se deja forjar.
N.° 2	8	2	6	Se ablanda á 100°, pero se oxida fácilmente. Tiene demasiado estaño.
N.° 3	8	2	4	Se ablanda á 100°, y aun toma una consistencia mantecosa.
N.° 4	16	4	7	Se reblandece mas que el núm. 3.
N.° 5	9	2	4	Se reblandece menos que el núm. 4
N.° 6	16	5	7	Se trasforma casi en líquido á 100
N.° 7	8	3	4	Se liquida á 100°, pero corre mal y va dejando hebra.

N.° 8 — 8— 4—4—Muy líquido á 100°.
N.° 9 — 16— 9—7—La misma fusibilidad que el núm. 8.
N.° 10— 8— 5—3—Funde á 94° c.
N.° 11— 8— 6—2—Casi tan fusible como el núm. 10.
N.° 12— 8— 7—1—Se reblandece á 100°, pero no se funde.
N.° 13—16—15—1—No se funde ni aun reblandece á 100°.
N.° 14— 1— 1—0—No se altera á 100°, pero funde á 165° c.
N.° 15— 1— 0—1—No se altera á 100°, pero funde á 150° c.

Es segun se advierte muy facil por unas aleaciones convenientes hechas con estos tres metales, unidos dos á dos ó tres á tres, el obtener unos términos de fusion muy variados, y mas ó menos subidos. En esta propiedad está fundada la aplicacion que se hace de ellos para las placas de seguridad que se adaptan en Francia á las calderas de vapor.

Si despues de haber sido fundida una aleacion se la abandona á sí misma, se solidifica y cristaliza confusamente; muchas veces se divide en diferentes capas, cuya densidad no es la misma.

745. Esponiendo una aleacion que contenga un metal volátil á un calor superior al necesario para fundirle, sucede con frecuencia que se descompone enteramente, pero las mas veces no del todo. Una parte del metal volátil, se desprende, pero queda otra en la aleacion, porque como entonces los metales aleados pueden combinarse en muchas proporciones, cierta cantidad del metal volátil se desprende hasta que el compuesto queda estable. Cuando las aleaciones contienen metales dotados de propiedades eléctricas muy distantes, lle-

ga siempre una época en que el metal volátil se encuentra retenido por una afinidad demasiado enérgica para que pueda efectuarse la separacion.

Las aleaciones que contienen el mercurio se descomponen completamente, ya sea por la poca energía química del mercurio, ya á causa de la gran volatilidad de este metal: por el contrario, rara vez se descomponen completamente, cuando contienen potasio, teluro, cadmio y sobre todo zinc: perque estos metales son menos volátiles que el mercurio y sus afinidades mas enérgicas. Para que la descomposicion sea sensible, es necesario que la aleacion contenga una cantidad bastante grande de estos metales. Asi la descomposicion es tanto mas pronta, cuanto menos reacciona el metal fijo sobre el volátil, cuanta mayor es la tendencia de este á volatilizarse y cuanto mas elevada es la temperatura.

Cuando se estudian mas atentamente esta clase de fenómenos, se percibe bien pronto que los límites á que se detiene la accion del fuego, estan siempre determinados por las combinaciones en proporciones fijas. Este hecho es facil sobre todo de verificar en las aleaciones de zinc y de antimonio, y por otra parte bastante determinado en estos metales para poderlo generalizar.

746. *Propiedades químicas.*—En la mayor parte de los casos, las aleaciones se conducen como lo harian los mismos metales separadamente. Algunas veces sin embargo, la combinacion es bastante íntima para que se observe una resistencia mucho mayor á la accion de los diversos reactivos.

La accion del aire en general es menor sobre las aleaciones, que sobre los metales separadamente. Hay sin embargo algunas escepciones; la soldadura de los plomeros que resulta de la aleacion de dos partes de plomo y una de estaño, arde

como un piróforo al grado de calor rojo, y si la aleacion consta de tres partes de plomo y una de estaño, será todavia mas combustible, y al grado rojo oscuro arderá con luz. Este fenómeno se atribuye á la combinacion que se forma entre los dos óxidos: por lo menos no queda duda que contribuye con mucho al efecto, pero es probable tambien que una parte de este debe atribuirse al estado eléctrico de los dos metales en contacto. El calor á que se espone la aleacion exalta este estado eléctrico y el metal mas positivo se oxida. Entonces este óxido se hace negativo con respecto al otro metal, y determina á su vez la oxidacion de este último. Asi estos fenómenos de ignicion se efectuan sobre todo en las aleaciones formadas por un metal accidificable ó electro negativo, y un metal muy básico ó electro positivo. Las aleaciones de cromo y plomo, de antimonio y hierro, le presentan en alto grado. Esta última produce chispas con el eslabon, y mejor con el rozamiento de la lima, de una manera muy enérgica. La primera de estas dos aleaciones se inflama al aire, muchas veces espontáneamente, pero siempre en particular cuando se ayuda la accion por un ligero calor. Se concibe fácilmente que esta clase de fenómenos, se presentará en un grado muy superior en las aleaciones formadas por el potasio y los metales accidificables. Una aleacion de potasio y de antimonio produce esplosion por su contacto con el aire, con tal que la aleacion esté muy dividida: tal es la rapidez con que se efectúa la combustion.

747. Cuando una aleacion está formada de un metal que es capáz de absorver el oxígeno y de otro que no es oxidable, puede convertirse el primero en óxido, y el otro quedar intacto. De esta propiedad se ha sacado un partido muy ventajoso para separar la plata del plomo. Si la aleacion se forma

de dos metales susceptibles ambos de absorver el oxígeno, los dos se convierten en óxidos. Si uno de los dos metales se oxida con mayor facilidad que el otro, este podrá obtenerse casi puro, suspendiendo la operacion á cierta época. Este medio se emplea para separar el cobre del estaño, cuyo procedimiento ha sido puesto en práctica durante la revolucion francesa para esplotar el metal de las campanas.

Es necesario sin embargo no perder de vista, que á medida que uno de los metales aleados se oxida, puede ocasionar un estado eléctrico en el metal poco ó nada oxidable, por medio del cual se determine tambien la oxidacion en este último. Esto es precisamente lo que sucede en el ensayo comun de las aleaciones de plata y cobre por el procedimiento de la capelacion. Haciendo el óxido de cobre el papel de ácido con respecto al óxido de plata, determina la oxidacion de este metal. Esto equivale á decir que el óxido de cobre es negativo con respecto á la plata, que este metal se constituye en el estado positivo y de consiguiente se dispone para unirse con el oxígeno. Tambien se efectúa en la copela la oxidacion de una pequeña cantidad de plata, al mismo tiempo que la del cobre y plomo.

Esta oxidacion por influencia se presenta muchas veces en la oxidacion de las aleaciones y perturba los resultados que se habian previsto, partiendo de las propiedades conocidas de los metales aleados. Lo mismo puede decirse de todos los fenómenos químicos que pueden ofrecer las aleaciones.

Los ácidos obran en general sobre las aleaciones lo mismo que sobre el metal predominante. Asi una aleacion de dos partes de oro y una de plata solo será atacada en la superficie por el ácido nítrico.

748. *Preparacion.*—Las aleaciones se forman calentan-

do en un crisol los metales que se desean alear hasta el punto de su fusion. Cuando estan bien fundidos se revuelve el baño con cuidado, sin esta precaucion la aleacion no será homogénea, si hay mucha diferencia de peso específico entre los metales. La parte inferior de esta aleacion contendrá mayor cantidad del metal mas pesado que la parte superior. Segun el uso que se quiere hacer de las aleaciones, asi se dejan correr ó se amoldan, ya sea en una rielera ya en las formas.

CAPITULO III.

ACCION DEL OXÍGENO SOBRE LOS METALES.—OXIDOS METÁLICOS EN GENERAL.

749. Para percibir bien los rasgos principales de la historia de los óxidos, es necesario no perder de vista que sus propiedades se hallan esencialmente ligadas á tres condiciones: 1.ª, á la gran tendencia negativa del óxígeno; 2.ª, á la tendencia mas ó menos positiva del metal; 3.ª, á las relaciones del oxígeno y del metal con los diversos cuerpos que se ponen en presencia de un óxido. Resulta efectivamente, que un óxido es siempre negativo, relativamente al metal que le produce y que para el mismo metal el peróxido es tambien negativo con respecto al protóxido. Resulta tambien que los óxidos de diversos metales comparados entre sí, serán positivos ó negativos, con respecto unos á otros en razon del rango eléctrico del metal, y de la cantidad de oxígeno que se halle combinado con ellos. Supongamos en fin, que se ponga un óxido en contacto con un cuerpo simple; si este es positivo relativamente al metal del óxido, se apoderará del oxígeno y dejará libre al metal; si por el contrario es negativo, no ten-

drá ninguna accion sobre el óxido ó bien se unirá al metal y al oxígeno tal vez. Todos estos casos son fáciles de prever, estando familiarizados con el estudio de las relaciones eléctricas que se demuestran, ya sea entre los diversos cuerpos simples, ya entre estos y los principales compuestos que pueden producir.

Vamos á ocuparnos ahora de dos estudios muy distintos, á saber: la accion del oxígeno sobre los metales en las diversas circunstancias, y la historia general de los óxidos.

750. *Accion del oxígeno ó del aire seco.*—El papel importante que juega el oxígeno en todos los fenómenos químicos, ha conducido á los observadores á fijar la atencion de un modo particular, en las diversas circunstancias de la oxidacion de los metales.

Todos los metales han sido combinados con el oxígeno, y la mayor parte han suministrado muchos óxidos.

Pero todos los metales no pueden unirse directamente con este gas. El oro, el platino y el iridio no se combinan jamas con el oxígeno gaseoso: la plata se halla en el mismo caso.

Entre los otros solo hay uno que pueda absorver el gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria; este es el potasio: todos los demas necesitan el auxilio de una temperatura mas ó menos elevada para apoderarse del oxígeno y formar óxidos. En general, la absorcion del oxígeno está siempre acompañada de una produccion considerable de calor que se manifiesta por una incandescencia mas ó menos viva. Para que se haga sensible este fenómeno, es preciso que la accion sea rápida, para lo cual es de todo punto indispensable que se reunan las condiciones siguientes.

Siendo poco fusibles el metal y el óxido, es necesario

que el primero esté muy dividido: en este caso se hallan el aluminio, el cobre, el manganeso, etc. El cobre, por ejemplo, que calentándole en el estado de placa ó de hilo, se oxida sin originar ningun fenómeno aparente, se pone repentinamente enrojecido, cuando se halla muy dividido y se eleva la temperatura lo suficiente para determinar la oxidacion.

Estando el metal poco fusible en hilos ó en láminas, es necesario que el óxido que se forma sea muy fusible ó volátil, como se advierte en el hierro, que arde con tanta energía en el oxígeno, porque la fusibilidad del óxido que se forma, deja siempre en descubierto nuevas porciones de metal.

En fin, siendo el metal muy fusible, es necesario que sea volátil ó al menos que lo sea el óxido formado. Por esto el zinc que es volátil, arde aun en el aire, con mucha rapidez. Por esto tambien el antimonio puede ofrecer señales evidentes de incandescencia, aunque poco volátil por sí mismo, pero como es susceptible de formar un óxido volátil, que se desprende á medida que se forma, deja siempre el metal en descubierto.

Puede decirse que casi todos los metales se oxidarán con desprendimiento de calor y luz, cuando puedan absorver directamente al oxígeno, y que la accion será rápida sobre una masa suficiente de materia.

Lo que acabamos de esponer respecto al oxígeno puro, puede aplicarse igualmente para el aire atmosférico. Cuando este se halla seco, no obra á la temperatura ordinaria sino sobre el potasio. Por medio del calor, obra sobre todos los metales que puede atacar el oxígeno puro, pero la accion es menos enérgica.

751. Es evidente que el modo de obrar el oxígeno sobre los metales, puede presentarnos unos caracteres preciosos

para el estudio de los compuestos que estos cuerpos pueden producir. Pero se concebirá fácilmente, segun lo que precede, que será imposible establecer un órden conveniente entre los metales, aun determinando con el mayor cuidado la temperatura á que se opera la oxidacion. Esta, variará de tal modo segun el estado de agregacion del metal, que no podrá sacarse conclusion alguna de esta observacion. Sin embargo, esta clasificacion es posible, y debe hacerse antes de pasar adelante, porque podrá abreviar mucho indudablemente las discusiones en que vamos á empeñarnos.

La tendencia que tienen los metales á unirse con el oxígeno, puede medirse por tres procedimientos: 1.°, por el modo con que se conducen relativamente al oxígeno gaseoso. Los metales muy positivos pueden unirse á él y trasformarse en óxidos; los metales muy negativos por el contrario, no podrán absorverle, y solo poniéndolos en contacto con el oxígeno ya condensado pasarán al estado de óxidos. 2.°, por la mayor ó menor facilidad con que se pueda hacer pasar estos óxidos al estado metálico. Efectivamente, sometidos á la accion del calor retienen uno el oxígeno de una manera invencible y los otros le abandonan á una temperatura mas ó menos elevada. 3.°, en fin, por la accion de los metales sobre un óxido determinado. Para esto se ha preferido el agua, y se ha observado que ciertos metales se apoderan de su oxígeno y dejan al hidrógeno en libertad, mientras los otros no ejercen accion alguna sobre este líquido.

Combinando estos tres caracteres se forman las secciones siguientes que hemos tomado de M. Thenard con algunas ligeras modificaciones.

En la primera seccion colocamos aquellos que tienen la propiedad de absorver el oxígeno aun á la temperatura mas

elevada y de descomponer repentinamente el agua á la temperatura ordinaria apoderándose del oxígeno y desprendiendo el hidrógeno con una viva efervescencia. Seis son los metales que estan en este caso: el *calcio*, el *estroncio*, el *bario*, el *litio*, el *sodio* y el *potasio*.

En la segunda seccion colocaremos todos aquellos que teniendo la facultad de absorver el oxígeno á la temperatura elevada y descomponer el agua no producen sin embargo este último efecto, sino cuando el líquido se halla al grado de la ebullicion ó mas, pero sin que sea necesario que estén al grado rojo; estos metales son cinco, á saber: el *magnesio*, el *glucinio*, el *ilirio*, el *aluminio* y el *circonio*.

La tercera seccion se compondrá de los metales que tienen la propiedad de absorver el oxígeno á la temperatura mas elevada como los de las dos primeras secciones, pero que no pueden descomponer el agua sino por el intermedio del calor rojo. Esta seccion comprende siete metales: el *manganeso*, el *zinc*, el *hierro*, el *estaño*, el *cobalto*, el *niquel* y el *cadmio*; los tres últimos no deberian tal vez estar colocados en esta seccion, y si los colocamos aqui, no es por causa de ninguna esperiencia directa, y de consiguiente demostrativa, sino únicamente porque como el manganeso, el zinc y el hierro son tambien solubles en el ácido hidro-clórico líquido, en el ácido sulfúrico debilitado y aun en el ácido acético; desprendiendo en estos tres casos el hidrógeno, cuyo fenómeno tiende á probar bastante bien su gran afinidad para con el oxígeno, y que no pertenecen por otra parte segun todas las apariencias sino á los metales capaces de efectuar la descomposicion del agua.

Formaremos la cuarta seccion de los metales que como los precedentes, absorven tambien el oxígeno á una tempera-

tura muy elevada, pero que no descomponen el agua ni en frio ni por el intermedio del calor. Esta seccion es la mas numerosa; contiene doce metales, á saber: *moblideno, cromo, tungsteno, colombio, antimonio, urano, cerio, titano, bismuto, cobre, teluro* y *plomo.*

La quinta seccion comprenderá los metales que no pueden absorver el oxígeno sino á una temperatura determinada, y que no pueden tampoco descomponer el agua.

Sus óxidos se reducen necesariamente á una temperatura elevada; el *mercurio* y el *osmio* componen esta seccion.

En fin, la sesta se formará por los metales que no pueden absorver el gas oxígeno ni descomponer el agua á ninguna temperatura, y cuyos óxidos se reducen á una temperatura inferior á la roja. Esta seccion consta de seis metales, á saber: *plata, paladio, radio, platino, oro é iridio.*

752. Los fenómenos que el oxígeno nos presenta en sus relaciones puras y simples con los metales, no conducen á otros detalles que á los que acabamos de dar.

No estan en el mismo caso los nuevos fenómenos que originan la intervencion de un tercer cuerpo. Aqui hallamos la ocasion de demostrar la ventaja con que la teoría electro-química abraza y agrupa los hechos mas variados, por lo cual debemos abrazarla sin titubear.

Vamos, pues, á estudiar con el mayor cuidado la accion del oxígeno sobre los metales: 1.°, bajo la influencia de los cuerpos neutros; 2.°, bajo la de los cuerpos ácidos y 3.°, bajo la de los cuerpos básicos. Poniéndonos este estudio en el caso de examinar muchos hechos generales de grande interés, nos servirá ademas de tipo para los casos análogos, que será casi inútil en lo sucesivo examinar detenidamente.

753. *Accion del oxígeno bajo la influencia del agua.*—

La accion del oxígeno sobre los metales bajo la influencia de los cuerpos neutros está todavia poco conocida. Uno solo entre estos cuerpos se ha estudiado realmente bajo este punto de vista ; este cuerpo es el agua. Asi el artículo siguiente le está esclusivamente consagrado. Nos limitaremos, pues, á decir en general, que un cuerpo realmente neutro deberá favorecer poco ó nada la accion del oxígeno sobre los metales; pero por poca tendencia positiva ó negativa que tenga este cuerpo la manifestará mas pronta y enérgica, bien sea haciendo al oxígeno mas negativo, ya haciendo al metal mas positivo.

El agua va á servirnos aqui de ejemplo para desenvolver este pensamiento.

Si la mayor parte de los metales que pueden combinarse directamente con el oxígeno necesitan cierta elevacion de temperatura para obrar sobre este gas cuando está seco, no se halla en igual caso cuando está húmedo. No es entonces el potasio el único que se oxida, sino todos los que pertenecen á las cuatro primeras secciones.

La influencia del agua relativamente al sodio y á los metales que pueden descomponer en frio este líquido, puede atribuirse á que estos metales descomponen el vapor de agua contenido en el aire, se calientan y obran sobre él, haciéndose por este medio susceptibles de absorver en seguida directamente el oxígeno del aire, pero esta esplicacion no puede convenir sino á estos metales, y relativamente á los otros se hace necesario recurrir á otra teoría. Como el fenómeno que nos ocupa ha de ofrecernos aclaraciones muy notables, conviene prestar algun cuidado sobre esta discusion.

Hemos dicho que solamente el potasio absorvia al gas oxígeno seco á la temperatura ordinaria ; sabemos por otra

parte que el potasio y el sodio son los únicos metales que descomponen el agua en frio, y de aqui debemos concluir que el hierro no tendrá accion á bajas temperaturas sobre el oxígeno seco ni sobre el agua pura. Esto es asi realmente: el hierro conserva su brillo metálico de una manera indefinida en el gas oxígeno seco. Ademas, en las fábricas de hoja de lata, donde tienen precision de conservar el hierro en hojas antes de estañarlas, se ha observado que el mejor medio de preservarlas de la oxidacion consiste en introducirlas en el agua privada de aire á medida que reciben el pulimento. Una vez sumergidas pueden estar mucho tiempo sin esperimentar alteracion. A pesar de esto nadie ignora que el hierro se cubre de orin cuando se halla espuesto al aire húmedo.

Pero en tanto que el oxígeno y el agua tomados separadamente no tienen accion sobre el hierro en frio, obran sobre él con mucha energía cuando estan reunidos. Confundimos aqui el oxígeno y el aire en el mismo estudio, porque la esperiencia ha demostrado que el azoe del aire no influye en estos fenómenos sino de una manera accidental, y que el aire seco ó húmedo se conduce por otra parte como el oxígeno en estos dos estados.

754. Facil es concebir lo que pasa en la accion del oxígeno ó del aire húmedo sobre este metal, y aun cuando sean necesarios todavia algunos esperimentos exactos para salvar algunas dudas, puede admitirse sin temor de caer en un error grave que las cosas pasan al poco mas ó menos como las vamos á esponer.

El agua puede disolver al oxígeno; por consecuencia este gas se condensa por el agua y se hace mas á propósito para contraer combinaciones. Por esto cuando cae una gota de agua sobre una lámina de hierro espuesta al aire, esta agua

se satura de oxígeno y presenta al metal este gas ya condensado. Ademas, es muy posible que el oxígeno, el agua y el metal se constituyan en un estado eléctrico por su contacto recíproco. En este caso el agua haciéndose mas negativa por el contacto del hierro repulsa al oxígeno, y haciéndose el hierro mas positivo por el contacto del agua, le atrae por el contrario con mas fuerza que en su estado natural. Por el concurso de estas circunstancias empieza la oxidacion; se manifiesta una mancha de orin, y desde entonces los fenómenos vienen á ser enteramente diferentes por su actividad.

Hemos establecido en efecto que un óxido es siempre negativo con respecto al metal que le constituye; por consecuencia la pequeña porcion de óxido y lo restante del hierro producen un elemento galvánico, y la esperiencia demuestra que este elemento es mucho mas enérgico que el que resulta del agua y el metal por su contacto. La presencia del oxígeno hace mas positivo todavia al metal; este por su parte atrae con mayor fuerza al oxígeno, y la oxidacion se hace mas rápida por este medio. Esta nueva accion es tan poderosa, que aun el agua puede descomponerse. Cuando se hace una pasta con agua saturada de aire y limaduras de hierro, llega un tiempo en que la descomposicion del agua se efectúa en frio con una rapidez tal que pueden recogerse en poco tiempo cantidades de hidrógeno considerables.

Estas nociones permiten concebir por qué un metal que el aire y el agua no podian oxidar separadamente á la temperatura ordinaria, se hace sin embargo susceptible de oxidarse por estos dos agentes reunidos, y como ademas, un metal que ha empezado á oxidarse por partes se halla espuesto á una oxidacion mas general, mas pronta y mas dificil de prevenir; pero se advierte que para esplicar el hecho de la oxidacion del

hierro en el aire húmedo, tan sencillo en apariencia, ha sido preciso hacer intervenir un número bastante grande de fuerzas, y sin embargo no hemos tenido en cuenta la intervencion del ácido carbónico, que juega tal vez el papel mas activo en estos fenómenos tan complicados, como se verá mas adelante.

Sea como quiera, este analísis demuestra que en semejantes circunstancias pueden preservarse los metales de la oxidacion á que estan espuestos, dándoles un esceso de electricidad negativa permanente, y mas poderosa que la que pueden adquirir por su contacto con el agua ú otro cuerpo cualquiera que determine su oxidacion. Puede muy bien conseguirse con evidencia este objeto poniendo el metal en contacto con una porcion de otro metal que sea positivo á su lado y que desenvuelva en él un esceso suficiente y constante de electricidad negativa. Tal es el principio de los preservadores metálicos aplicados por M. Davy á la forracion de cobre que se hace en las embarcaciones para preservarlas de la accion corrosiva y destructora de las aguas del mar. Este principio puede tener unas aplicaciones tan multiplicadas en la conservacion de los útiles ó máquinas metálicas que se emplean en las artes, que nos parece indispensable el entrar en grandes aclaraciones sobre este asunto.

755. Se habia supuesto generalmente que el agua del mar tenia poca ó ninguna accion sobre el cobre puro, y que la alteracion rápida que esperimentaba este metal era debida á su impureza. Sin embargo, M. Davy ensayó la accion del agua del mar sobre dos muestras de cobre analizadas por M. Faraday, y halló que la muestra que parecia enteramente pura se alteró con mucha mas rapidez que la que contenia aleacion, y siguiendo sus observaciones sobre muestras de

diversas especies de cobre que habian sido recogidas por el almirante, y de las cuales algunas habian sido considerada como notables por su duracion, y otras por su alteracion pronta, halló que solo ofrecian diferencias poco considerables en su accion sobre el agua del mar, y por consecuencia, que los cambios que habian esperimentado debian depender de otras causas que de la calidad absoluta del metal.

Como el agua del mar contiene sales bastante numerosas, los fenómenos son mas complicados, y para poder seguir la serie es necesario describir la naturaleza de los cambios químicos que se efectúan por la accion recíproca de las partes constituyentes del agua del mar y del cobre metálico.

El hecho general espuesto anteriormente queda el mismo; pero se complica por reacciones ulteriores.

756. Cuando se deja un pedazo de cobre pulimentado en el agua del mar, los primeros efectos que se observan son un empañamiento amarillo sobre el cobre, y una especie de nube en el agua. Estos efectos se hacen sensibles al cabo de dos ó tres horas; el color de la nube es desde luego blanco, y se trasforma gradualmente en verde. En menos de un dia aparece en el fondo del vaso un precipitado verde azulado que va aumentando á medida que la superficie del cobre se corroe apareciendo roja en el agua, y de un verde de yerva cuando se la pone en contacto con el aire. Sobre esta materia se forma gradualmente carbonato de sosa, cuyo color es un verde de yerba, y estos cambios continúan hasta que el agua viene á quedarse menos cargada de sales.

El precipitado verde parece estar formado principalmente de un sub-cloruro de cobre insoluble mezclado ó mas bien combinado con el hidrato de magnesia.

Como el agua del mar contiene cloruro de sodio y cloruro

de magnesio es evidente que la sosa y la magnesia no pueden formarse, sino en tanto que haya una absorcion ó un trasporte de oxígeno, es decir, cuando el agua haya sido descompuesta ó el oxígeno del aire absorvido. M. Davy se aseguró que no se habia desprendido hidrógeno, y por consiguiente el agua no se habia descompuesto; es necesario, pues, que el oxígeno del aire sea el principal agente; y esto mismo ha sido demostrado con evidencia por muchos esperimentos.

El cobre no sufre ningun cambio en el agua del mar privada de aire por la ebullicion ó por el vacío, y teniéndola al abrigo del aire ó en una atmósfera de gas hidrógeno; pero tan luego como el cobre y el agua del mar se esponen á la accion del calor en vasos cerrados, hay una absorcion de oxígeno.

Por esto los fenómenos que nos ocupan se dividen en dos períodos. El primero se compone de la accion ya analizada del oxígeno disuelto en el agua sobre el cobre, de donde proviene el óxido de cobre, y como el agua del mar contiene tambien ácido carbónico, este óxido pasa al estado de carbonato al menos en parte.

Una vez formados estos cuerpos reaccionan á su vez sobre los cloruros de sodio y de magnesio contenidos en el agua del mar. El carbonato de cobre descompone al cloruro de sodio, y de aqui resulta el sub-cloruro de cobre y el carbonato de sosa. El óxido de cobre descompone al cloruro de sodio, y de aqui resulta una nueva cantidad de sub-cloruro de cobre y tambien magnesia que pasa al estado de hidrato. El carbonato de sosa queda en disolucion, el hidrato de magnesia y el sub-cloruro de cobre se depositan.

Concebido esto, unos fenómenos análogos se producirán sobre los metales preservadores; pero como las mismas ideas han suministrado la esplicacion, nos bastará indicar los resultados.

757. Como el cobre es un metal poco electro positivo en la escala electro-química, sabemos que no debe obrar sobre el agua del mar, sino cuando esté en un estado positivo; basta, pues, hacerle ligeramente negativo para que la accion corrosiva del agua del mar sobre él sea nula. Por este medio la diferencia entre los espacios de las hojas y su accion eléctrica recíproca viene á quedar sin efecto, tanto que toda su superficie pasa al estado negativo. M. Davy imaginó á consecuencia de esto que el contacto del zinc, del estaño ó del hierro, aunque incapaces de crear un estado eléctrico poderoso, seria sin embargo susceptible de combatir con buen éxito la accion lenta y débil del agua del mar sobre el cobre atendiendo á la pequeña diferencia que debe existir entre los poderes eléctricos del cobre y del agua del mar. Siendo la accion química muy débil debe destruirse por una fuerza eléctrica muy débil tambien ; practicando al intento algunos esperimentos confirmarán esta presuncion. M. Davy se ha colocado desde luego en un caso estremo; aciduló ligeramente el agua por el ácido sulfúrico , é introdujo en ella una hoja de cobre pulimentada , á la cual estaba soldado un pedazo de estaño igual á cerca de 1/20 de la superficie del cobre: examinándolo tres dias despues halló que el cobre se encontraba enteramente limpio, mientras el estaño habia sido corroido rápidamente. No percibió ninguna tinta azulada en el líquido , cuando en un esperimento comparativo en que introdujo únicamente el cobre en el agua del mar, se produjo una corrosion considerable en su superficie y se presentó una tinta azul en el líquido.

Puesto que una porcion de estaño igual á 1/20 de la superficie del cobre impide la accion del agua del mar ligeramente acidulada por el ácido sulfúrico , es evidente que una

cantidad mucho mas pequeña hará perfectamente nula la accion del agua del mar, que solo depende del oxígeno del aire que contiene. Empleando 1/200 de estaño, el efecto será enteramente decisivo. El estaño fué colocado en el medio, arriba y debajo de la hoja de cobre, y los efectos fueron los mismos; pero despues de una semana ó diez dias, la accion defensiva del estaño se habia alterado por una capa de subcloruro de estaño que se formó y preservaba al estaño de la accion del líquido.

Con el zinc, el hierro ó la fundicion no se ha observado que disminuya en nada el efecto. El zinc ocasiona solamente en el agua del mar una nube blanca que se precipita en el fondo del vaso en que se hace el esperimento. El hierro produce un precipitado de naranja subido; pero despues de algunas semanas no se hallaba en el agua la mas pequeña cantidad de cobre, y su superficie permanecia limpia y sin indicio alguno de haber sido atacada ; en muchas partes se advertia el zinc ó el hierro reducidos.

758. Siguiendo estas observaciones y aplicando hojas de cobre de todas formas, y dispuestas entre sí de todos los modos posibles, los resultados fueron los mas satisfactorios; un pedazo de zinc del grueso de un guisante, ó la punta de un clavito de hierro, son enteramente suficientes para conservar cuarenta ó cincuenta pulgadas cuadradas de cobre, siendo indiferente su colocacion en la hoja de este, bien se halle al medio, bien arriba ó abajo, ó bien en fin, que la hoja de cobre se halle plegada, estendida ó en forma de espiral.

Cuando la reunion de diferentes piezas de cobre se efectuaba por hilos de metal ó por delgados filamentos de 1/40 ó 1/50 de pulgada de diámetro, el efecto era el mismo; cada costado, cada pequeña parte del cobre conservaba su

brillo, mientras el hierro ó el zinc se corroian lentamente.

Un pedazo de hoja de cobre que contenia en las dos superficies cerca de sesenta pulgadas cuadradas, se cortó de tal modo que se formaron siete divisiones reunidas por los mas pequeños filamentos que fué posible dejar, y una masa de zinc de un quinto de pulgada de diámetro fué soldada en la parte superior, y el todo sumergido en el agua del mar: el cobre permaneció perfectamente pulimentado. El mismo esperimento se practicó con el hierro, y al cabo de un mes el cobre estaba tan brillante como en el momento de someterle á la esperiencia; mientras otros pedazos de cobre sin defender que habian sido sumergidos en la misma agua del mar esperimentaron una degradacion considerable y produjeron un depósito verde en el vaso.

Un pedazo de clavo de hierro del largo de una pulgada poco mas ó menos, se ató por una punta á un hilo de cobre de un pie de longitud aproximadamente, y este á una hoja de cobre que contenia cerca de cuarenta pulgadas cuadradas, y el todo se colocó en el agua del mar: al cabo de una semana se halló que el cobre habia sido defendido por el hierro lo mismo que si hubiera estado en contacto inmediato.

Un pedazo de cobre y otro de zinc se soldaron reunidos por una de sus estremidades, y se introdujeron en forma de arco en dos vasos diferentes llenos de agua del mar, y las dos masas de agua se pusieron en comunicacion por medio de unas estopas humedecidas en la misma agua; el cobre se preservó como si los dos metales se hubieran introducido en el mismo vaso.

759. El Océano puede considerarse relativamente á la cantidad de cobre de un navío, como un conductor infinitamente estenso. Faltaba asegurarse si esta circunstancia ten-

dria alguna influencia en los resultados ; á consecuencia de esta duda se introdujeron dos hilos de cobre muy finos, uno defendido por una película de zinc y el otro sin defensa, en un vaso sumamente grande de agua del mar. Por otro lado se hizo el esperimento mas en grande todavia. Unas hojas de cobre puestas en contacto con otras de zinc, de hierro y de fundicion, que solo tenian 1/40 ó 1/1000 de la superficie de las de cobre, se espusieron durante muchas semanas al movimiento de la marea en el puerto de Postmouth, habiendo determinado sus pesos antes y despues del esperimento. Cuando el protector metálico tenia una superficie de 1/40 á 1/150 de la del cobre, no se presentaba en este último ni corrosion ni disminucion de peso; con cantidades mas pequeñas tales como 1/200 á 1/400, esperimenta el cobre una pérdida de peso que se acrecienta á medida que el protector disminuye, lo que prueba la generalidad del principio sobre que se funda este procedimiento: se halló que aun 1/1000 de hierro fundido, en superficie podia conservar cierta cantidad de cobre.

Cuando se compara el forro de las embarcaciones protegido por el contacto del zinc, del hierro y de la fundicion en diversas proporciones, con el de las embarcaciones semejantes sin proteger, se advierten en el primero las superficies brillantes, mientras que el segundo se corroe con rapidez, trasformandose desde luego en rojo, despues se cubre de verde, y por último va perdiendo en escamas una parte de su sustancia.

Felizmente en el curso de estos esperimentos se ha probado que la fundicion, sustancia muy barata y la mas facilde hallar en todas partes, es la mas á propósito para la proteccion del cobre; está dura tanto tiempo como el hierro malea-

ble ó el zinc ; la plombagina que se produce en su superficie por la accion del agua del mar no altera su primera forma ni evita la accion eléctrica del metal que resta.

760. M. Davy habia ya anunciado que en ciertos casos se depositarian en la superficie del cobre unas sustancias alcalínas electrizadas negativamente ; y esto sucede efectivamente. Algunas hojas de cobre que habian estado espuestas cerca de cuatro meses á la accion del agua del mar , defendidas al poco mas ó menos sobre 1/35 á 1/80 de su superficie por el zinc ó por el hierro, se cubrieron de una materia blanca que reconocida se halló estar formada principalmente de carbonato de cal, de carbonato y de hidrato de magnesia. El mismo fenómeno se presentó sobre el forro de dos embarcaciones de las cuales el uno habia estado protegido por una banda de zinc y el otro por una de hierro que tenian las superficies iguales á 1/35 de la del cobre.

Las hojas de estos barcos se conservaron perfectamente limpias durante muchas semanas, es decir, todo el tiempo que la superficie metálica del cobre estuvo á descubierto; pero asi que este metal se cubrió de carbonato de cal y de magnesia, las plantas y los insectos se reunieron sobre él. En cuanto á las hojas de cobre defendidas por superficies de fundicion y de zinc, en la proporcion de menos de 1/150 siendo el poder eléctrico del cobre menos negativo, estando mas neutralizado y casi en equilibrio con él del disolvente, no se formará depósito de materia alcalína, y las plantas no se fijarán sobre ellas: aunque la superficie haya esperimentado un pequeño grado de disolucion queda perfectamente limpia. Esta circunstancia es de grande importancia porque determina los límites de proteccion, y deja aplicar una pequeña porcion de metal oxidable mas ventajosa en el hecho que una cantidad mayor.

La destruccion de la fundicion no es tan rápida que una masa de dos ó tres pulgadas de grueso no pueda durar muchos años; al menos los esperimentos que han durado cerca de cuatro meses no indican una pérdida muy grande. Esta sin embargo debe depender de la relacion de la masa de fundicion con la de cobre, y de otras muchas circunstancias indeterminadas todavia, tales como la temperatura, la salobridad del agua del mar, y tal vez la rapidez del movimiento del bajel, etc.

Es pues, evidente que todos los metales de la tercera y cuarta seccion pueden preservarse de la accion del aire disuelto en el agua, siempre que se hagan negativos asociándolos con otros metales que sean positivos respecto á ellos.

Al estudiar la oxidacion de los metales bajo la influencia de los ácidos hallaremos unos fenómenos enteramente semejantes á estos, y las consecuencias que podremos sacar de ellos para las aplicaciones no serán menos curiosas ni menos útiles.

761. *Accion del oxígeno bajo la influencia de los ácidos.*

Acabamos de ver como M. Davy ha llegado á convertir en provecho de las artes una propiedad penosa por sí misma y que parecia poco susceptible de aplicaciones útiles. Vamos ahora á demostrar por el contrario, como M. Berard dejándose dirigir por unas ideas análogas ha llegado por otra parte á producir una oxidacion rápida necesaria muchas veces para la preparacion de algunas materias útiles para la industria.

Cuando un metal está dotado de propiedades eléctricas de tal suerte que sea muy positivo con respecto á los ácidos, y que ademas sea capaz de formar un óxido á propósito para jugar el papel de base salificable, es evidente que el contacto con el ácido le hace mas á propósito para combinarse con el

oxígeno, y que ademas el óxido que se forma siendo saturado y disuelto por el ácido á medida que se produce, se prolongará la accion hasta que el metal se haya empleado enteramente.

La fabricacion del albayalde y la del verde gris estan evidentemente fundadas sobre este principio. M. Berard la ha aplicado con felices resultados á la preparacion de los sulfatos de cobre y de hierro, á la del acetato de plomo y á la del cloruro de estaño. Es muy cierto que este procedimiento puede ser susceptible de emplearse siempre que se trate de obrar sobre un metal que pertenezca á las cinco primeras secciones.

762. El mejor medio de poner en práctica este procedimiento consiste en reducir el metal á laminitas delgadas ó á granalla. Se amontonan los pedazos en un vaso de modo que les quede el mayor contacto posible con el aire. Se llena el baso de aquel ácido en que quiere hacerse la disolucion, teniendo cuidado de que esté bien dilatado en agua, porque si está concentrado, el agua que contiene será á causa de su union con el ácido menos susceptible de combinarse con el aire. Se separa al momento este ácido, y se deja el metal mojado en contacto con el aire. Entonces la combinacion con el oxígeno se efectúa con tanta fuerza en la mayor parte de los casos, que hay un desarrollo de calor suficiente para producir la evaporacion del líquido que cubre el metal. La presencia del ácido en este caso aumenta la tendencia del metal á combinarse con el oxígeno del aire disuelto en el agua, porque uno de los efectos de su contacto con el metal, es el hacer á éste mas positivo.

Cuando el metal mojado con el ácido débil se ha dejado de esta suerte durante diez ó doce horas, se vuelve á cubrir con el mismo ácido que ha servido desde luego; éste en-

cuentra al óxido formado en el estado de hidrato, y le disuelve con la mayor facilidad. Se vuelve á retirar el ácido al cabo de algunas horas, el metal queda espuesto al aire, y el fenómeno descrito se reproduce. Por este medio repitiendo las mismas operaciones puede llegarse en pocos dias á saturar completamente el ácido.

763. *Accion del oxígeno bajo la influencia de las bases.*—Asi como los metales positivos pueden bajo la influencia de los ácidos absorver fácilmente el oxígeno, lo mismo los metales que tienen una tendencia negativa pueden absorver á este gas bajo la influencia de las bases poderosas. El primer hecho se comprende bien desde luego; el segundo exige algunas esplicaciones mas claras.

Ya hemos dicho que los óxidos son negativos con respeto á los metales. Todo conduce á creer que estra regla es general, y que por consecuencia el contacto de un óxido con un metal no tendrá otra influencia que la de hacerle mas positivo que antes. Se trata de esplicar por qué esta influencia se limita á algunos metales y generalmente á los metales negativos.

Volvamos á tomar el ejemplo que ha servido de objeto en el artículo precedente. Poniendo en contacto ácido sulfúrico y cobre, se establecerá una colocacion que puede representarse de este modo:

Cobre 00 oxígeno.
0 azufre.

Si el oxígeno interviene se colocará necesariamente entre el cobre y el azufre, y se tendrá:

Cobre 00 oxígeno.
Oxígeno 00 azufre.

Esto sucederá, bien sea que el oxígeno añadido se combine con el cobre, bien sea que no tenga lugar esta combinacion. Luego es evidente que para una combinacion tan próxima á efectuarse, basta que el ácido sea capaz de unirse al óxido, para que se efectúe completamente. Aqui se advierte que la tendencia básica de este óxido ejerce sobre el fenómeno una grande influencia.

Si ahora se sustituye el ácido sulfúrico, la potasa ú otra base poderosa, nada cambiará en la disposicion de las moléculas y se tendrá siempre:

Platino 00 oxígeno.
0 potasio.

El lugar del oxígeno está marcado tambien, y si él interviene, se tendrá:

Platino 00 oxígeno.
Oxigeno 00 potasio.

Mas para determinar la combinacion, es preciso añadir aqui una nueva fuerza sobre aquella que ha colocado las moléculas conforme se hallan, y esta fuerza solo puede tomarse de la tendencia ácida del nuevo compuesto que el arreglo de las moléculas ha hecho posible. Asi, en este caso la formacion de un nuevo óxido solo tendrá lugar con los metales accidificables, asi como en el caso precedente está limitada á los metales esencialmente propios para formar poderosas bases salificables.

Sin hablar aqui de los metales de las dos primeras secciones, que no pueden estudiarse sino con dificultad bajo estas relaciones, diremos que todos los metales accidificables de la tercera y cuarta seccion asi como los de la sesta, sometidos

á un calor mas ó menos fuerte, en contacto con el aire, la potasa ó la sosa, se oxidan con mas ó menos prontitud y originan unos compuestos que resultan de la union del nuevo óxido con la sosa ó la potasa.

764. *Accion del oxígeno condensado.*—Podriamos considerar aqui de una manera general la accion de todos los óxidos sobre los metales; pero será cuestion para mas adelante el modo de obrar los óxidos metálicos sobre estos cuerpos, de suerte que el exámen actual debe limitarse á los óxidos no metálicos. Entre estos hay algunos sobre los cuales nada tenemos que decir, otros cuyas propiedades han sido ya espuestas anteriormente, de suerte que nos limitaremos á estudiar los efectos del agua, y los de los principales ácidos.

765. Sabemos ya que el agua se descompone repentinamente á la temperatura ordinaria por los metales de la primera seccion que tambien se descompone, pero á la temperatura roja solamente por los de la tercera; en fin, que los de la segunda, incapaces de descomponer á este líquido á la temperatura ordinaria, pueden, sin embargo, apoderarse de su oxígeno á una temperatura inferior al grado rojo.

Los metales de la segunda y tercera seccion que no descomponen el agua en frio, pueden, no obstante, bajo la influencia de un ácido poderoso, apoderarse de su oxígeno y poner el hidrógeno en libertad. De esta suerte pasan al estado de óxidos y estos forman sales uniéndose al ácido empleado. De esta manera se obtiene el gas hidrógeno por la accion del agua sobre el zinc bajo la influencia del ácido sulfúrico.

766. Los ácidos clórico, brómico y iódico deben oxidar á la mayor parte de los metales conocidos, aun á los de la última seccion.

767. El ácido sulfúrico ordinario, puesto en contacto

con los de la primera y segunda seccion, da orígen inmediatamente á desprendimiento de gas hidrógeno y á la formacion de un sulfato. Lo mismo obra sobre los metales de la tercera seccion, cuando está dilatado en agua, pero cuando está concentrado su accion es debil en frio, y solo produce pequeñas cantidades de hidrógeno. Si se espone á la accion del calor, el ácido y el agua se descomponen á la vez, y se obtiene mucho ácido sulfuroso, gas hidrógeno y un sulfato.

Todos los demas metales no pueden obrar sobre el ácido sulfúrico sino descomponiéndole; tampoco tienen accion sobre el agua que contiene; pero todos no son susceptibles de operar esta descomposicion; es necesario esceptuar la mayor parte de los metales accidificables de la cuarta seccion; es decir el *cromo*, *tungsteno*, *tántalo*, *titano*, *urano*, *cerio*, *osmio*, *paladio*, *rodio*, *platino*, el *oro* y el *iridio*.

768. Segun esto es probable que el ácido sulfuroso no se descomponga sino por los metales de las tres primeras secciones, á menos que el óxido y el sulfuro que el metal podria producir al descomponerle no tuvieran mucha tendencia á combinarse. El gas sulfuroso puesto en contacto con el potasio y el sodio produce un sulfato y azufre, si el gas está en esceso, ó bien un sulfato y un sulfuro si es el metal el que predomina: con los demas metales producirá un óxido y un sulfuro.

Cuando el ácido sulfuroso está disuelto en el agua, los fenómenos son diferentes, y se obtienen con los metales de la segunda y tercera, unos hipo-sulfitos. Los de la primera no obran sino sobre el agua de la disolucion: los demas no tienen accion alguna.

769. El ácido nítrico es atacado por todos los metales susceptibles de descomponer el ácido sulfúrico, y ademas

por el paladio y el urano. De aqui resultan fenómenos complicados, que exigen una discusion detenida.

Entre los metales de la sesta seccion la *plata* y *el paladio* son los únicos susceptibles de ser atacados por el ácido nítrico. El rodio, el oro, el platino y el iridio no tienen accion sobre él. El *paladio* solo tiene una accion muy débil sobre este ácido, aun en caliente. Con este metal se forma un nitrato que produce una disolucion de un color rojo oscuro, y se desprende deutóxido de azoe. La *plata* por el contrario, es atacada vivamente aun en frio; pero la accion no es sin embargo completa y pronta, sino ayudada de un calor suave. Se forma por esta descomposicion un nitrato de plata incoloro, y se desprende deutóxido de azoe.

En la quinta seccion el *osmio* no obra sobre este ácido; el *mercurio* le descompone produciendo unos fenómenos análogos á los que se observaban con la plata. La accion puede verificarse en frio, mucho mejor en caliente, y siempre produciendo un nitrato y deutóxido de azoe.

En la cuarta seccion se hallan cinco metales que no pueden descomponer al ácido nítrico, á saber: el *cromo*, el *tungsteno*, el *tántalo*, el *titano* y el cerio.

Hay cuatro que son poco atacables en frio, pero que descomponen á este ácido por el intermedio del calor. Es muy verisimil que estos metales produzcan deutóxido de azoe puro, como los de la quinta y sesta seccion. Estos son: el *plomo*, que origina un nitrato incoloro; el *urano*, que suministra un nitrato en disolucion amarilla; el *molibdeno*, que pasa al estado de ácido molibdeno insoluble, y de un color blanco agrisado; y el *arsénico*, que se trasforma sucesivamente en ácido arsenioso poco soluble, y en ácido arsénico muy soluble.

Todos los demas metales de esta seccion, á saber: el *an-*

timonio, *cobalto*, *bismuto*, *cobre*, *teluro* y *niquel*, son susceptibles de descomponer el ácido nítrico en frio. La accion, que al principio es lenta, se hace muy enérgica, porque á medida que se efectúa, la temperatura se eleva mucho; asi en tanto que al principio se desprende solamente deutóxido de azoe, hácia el fin de la operacion solo se recoge mucho protóxido. Por otra parte, el antimonio suministra ácido antimonioso blanco é insoluble cuando todos los demas producen nitratos. El de bismuto es incoloro y precipita en blanco por el agua; el de teluro no tiene tampoco color, pero el agua no le precipita; el de cobalto es de color de rosa, el de cobre azul, y el de niquel verde.

En la tercera seccion el manganeso se distingue por la accion débil que ejerce sobre el ácido nítrico. Sin embargo, se disuelve y produce deutóxido de azoe y un nitrato. El *zinc*, el *hierro*, el *estaño* y el *cadmio* obran por el contrario con una violencia estraordinaria. En los primeros momentos de contacto la reaccion parece muchas veces débil; pero la temperatura se eleva poco á poco y cada vez se hace mas enérgica. La mezcla adquiere tambien una temperatura muy elevada; en pocos instantes se desprende una gran cantidad de gas, y el fenómeno no pierde de su intensidad, sino en el momento en que apenas quedan señales de metal ó de ácido. Si esta operacion se practica en vasos cerrados sobre cantidades un poco crecidas de metal y de ácido, se producirá indudablemente una esplosion; tal es de repentino y considerable el desprendimiento de gas.

Los productos son muy variables con estos metales. El ácido descompuesto se trasforma desde luego en deutóxido de azoe á medida que la temperatura se eleva, pasa al estado de protóxido, aumentando aquella todavia pierde todo su oxíge-

no, y se obtiene el azoe. En fin, el agua del ácido se descompone á su vez, y de aqui resulta el gas hidrógeno que se combina en el estado naciente con el azoe, forma amoniaco, y de consiguiente nitrato de amoniaco: asi se advierte en los primeros momentos de la accion que se desprenden, vapores rojos muy intensos que se debilitan poco á poco, y que por último terminan por otros incoloros. Los primeros provienen del deutóxido de azoe que obra sobre el aire; los otros estan formados de protóxido de azoe ó de azoe.

Por otra parte el zinc, produce un nitrato incoloro, el hierro una disolucion de un color rojo oscuro de nitrato de peróxido y un depósito de peróxido del mismo color; el estaño produce únicamente ácido estánico en polvo blanco enteramente insoluble; el cadmio da un nitrato sin color. Todos los resíduos contienen probablemente nitrato de amoniaco; pero esto solo se ha hecho evidente en el estaño y el hierro.

La accion de los metales de la segunda seccion debe tener la mayor analogía con los de la precedente.

En cuanto á los de la primera, ó al menos con respecto al potasio y al sodio, ejercen una accion de las mas vivas sobre el ácido nítrico. El metal entra en ignicion, se oxida y forma un nitrato soluble.

770. El acido fosfórico se descompone por el potasio y el sodio. Poniendo un esceso de ácido puede resultar un fosfato y un fósfuro. En el caso contrario se produce una mezcla de óxido y de fósforo. Si el ácido esta hidratado el agua se descompone tambien, su hidrógeno se desprende y se obtiene una gran cantidad de óxido. El fenómeno será lo mismo con los metales de la tercera seccion y algunos de la cuarta.

Del mismo modo al poco mas ó menos obra el potasio y el sodio sobre el ácido bórico. Por la accion de estos cuer-

pos resulta un borato y un boruro de potasio ó de sodio; los demas metales parecen que no tienen influencia. El ácido silícico se conduce lo mismo que el ácido bórico.

En fin, el ácido corbónico se descompone completamente por el potasio y el sodio. Los metales de la segunda, la tercera y algunos de la cuarta seccion le trasforman en óxido de carbono; los demas no tienen accion sobre él.

771. Por último, las sales se emplean tambien muchas veces como agentes de oxidacion. Entre estos cuerpos es necesario distinguir el nitrato, el bi-sulfato y el clorato de potasa. Como el primero en razon de los productos que suministra al descomponerse por el calor, produce á la vez oxígeno y una base poderosa; es á propósito para operar la oxidacion de los metales accidificables. El segundo presenta á los metales susceptibles de descomponer el ácido sulfúrico, una cantidad considerable de este ácido casi libre, y sin embargo retenido de modo que soporta un calor rojo sin volatilizarse; en fin, el último cede su oxígeno con facilidad, y contiene mucha cantidad de este gas; pero solo puede oxidar á los metales muy oxidables, á causa de la baja temperatura á que pierde su oxígeno.

Clasificacion de los óxidos.

772. Cuando se comparan las reaccion de diversos óxidos, bien sea sobre los otros óxidos, bien sobre los cuerpos de naturaleza análoga, no se tardan en descubrir relaciones y analogías que indican la existencia de muchas clases muy distintas entre los óxidos conocidos. Sin pretender que la division que hemos adoptado, sea por su naturaleza bien fija y xacta, juzgamos que es al menos la que ofrece mayor faci-

lidad para el estudio de los numerosos compuestos que los óxidos pueden originar.

En la tabla siguiente se hallan los óxidos colocados en cinco clases principales, á saber:

1.° *Los óxidos ácidos*; es decir, aquellos que no se combinan con los ácidos, ó que al menos no saturarán sus propiedades, y que por el contrario se combinan con las bases destruyendo sus caracteres.

2.° *Los óxidos básicos*. Estos son aquellos que se combinan fácilmente con los ácidos, saturan exactamente sus propiedades, y no se combinan con las bases ó al menos no pueden destruir sus caracteres.

3.° *Los óxidos indiferentes*; es decir, los numerosos óxidos que son susceptibles de jugar á la vez el papel de ácido con las bases poderosas, y el de base con los ácidos enérgicos.

4.° *Los óxidos singulares*; ninguno de los óxidos que componen este grupo notable se une á los ácidos ni á las bases. Bajo la influencia de estos cuerpos y muchas veces bajo las mas débiles en apariencia abandonan los óxidos singulares bien sea una porcion de oxígeno bien de su metal para pasar á un estado de oxidacion mayor ó menor, y tomar por este medio una forma que los hace á propósito para combinarse con los cuerpos, á cuyas acciones los sometemos. Una analogía menos distante de lo que parece á primera vista aproxima los óxidos singulares al peróxido de hidrógeno, que en general puede servir para prepararlos casi todos.

5.° *Los óxidos salinos*. Estos forman una clase suplementaria que deberia anularse. Efectivamente, esta clase solo comprende unos óxidos formados evidentemente por dos óxidos unidos de tal suerte que el uno juega el papel ácido y el

otro de base. De esta combinacion resulta una verdadera sal formada ya de un óxido básico unido á un óxido ácido, ya de un óxido básico unido á un óxido indiferente, ó ya en fin de un óxido indiferente unido á un óxido ácido. El número de estos compuestos muy limitado al presente, puede aumentarse mucho por nuevas investigaciones.

Es muy raro que el mismo metal forme un número de óxidos suficientes para hallar uno en cada una de esta clases. Dificilmente sucede que el mismo metal produzca dos óxidos que pertenezcan al mismo grupo.

En la tabla siguiente ofrecemos la composicion atómica de los óxidos. Hemos colocado para este efecto en frente del número del óxido un símbolo que representa la composicion suponiendo que las letras iniciales del metal ó del oxígeno representan un átomo de cada uno de estos cuerpos. Cuando el número de átomos pasa de la unidad, una cifra colocada en forma de esponente indica el número de átomos que contiene el compuesto. La utilidad de esta disposicion se apreciará mejor cuando se observe que el mayor número de óxidos básicos se compone de un átomo de metal y otro de oxígeno; que la mayor parte de los singulares consta de un átomo de metal y dos de oxígeno, y que los mas de los óxidos indiferentes estan formados de dos átomos de metal por tres de oxígeno.

TABLA DE LOS ÓXIDOS METÁLICOS.

Nombre de los óxidos.		Composicion y naturaleza del óxido.				
		Acido.	Básico.	Indiferente.	Singular.	Salino.
Primera seccion.						
Calcio.....	Oxido............	....	Ca. 0...			
....	Bi-óxido.........	....	....	....	Ca. 0.^{2}	
Estroncio..	Oxido............	....	Es. 0...			
....	Bi-óxido.........	....	....	....	Es. 0.^{2}	
Bario......	Oxido............	....	Ba. 0...			
....	Bi-óxido.........	....	....	....	Ba. 0.^{2}	
Litio......	Oxido............	....	L. 0....			
Potasio....	Oxido............	....	K. 0....			
....	Bi-óxido.........	....	....	....	Ko.^{3}	
Sodio......	Oxido............	....	Na. 0..			
....	Sesqui-óxido.....	....	....	....	Na.^{2} 0.	
Segunda seccion.						
Magnesio..	Oxido............	....	Mg. 0..			
Itrio.......	Oxido............	....	It. 0....			
Glucino....	Oxido............	....	....	G.^{2} 0.^{3}		
Aluminio..	Oxido............	....	....	Al.^{2} 0.^{3}		
Circonio...	Oxido............	....	....	Cir.^{2} 0.^{3}		
Terccra seccion.						
Manganeso.	Oxido...........	....	Mn. 0...			

....	Deutóxido........	....	....	....	....	$Mn.\,0 + Mn.^2\,0.^3$
....	Sesqui-óxido.....	....	....	$Mn.^2\,0.^5$		
....	Bi-óxido..........	....	....	....	$Mn.\,0.^2$	
....	Acido manganco.	$Mn.^2\,0^5$				
Zinc.......	Oxido............	....	....	Zn. 0....		
....	Bi-óxido?.........	....	....	....	$Zn.\,0.^2$	
Hierro.....	Oxido............	....	Hic. 0..			
....	Deutóxido........	....	....	....	....	$Hic.\,0 + Hic.^2\,0.^3$
....	Sesqui-óxido.....	....	....	$Hie.^2\,0.^3$		
Estaño.....	Oxido............	....	....	Es. 0....		
....	Acido estánico....	$St.\,0.^2$.				
Cadmio....	Oxido............	....	Cd. 0..			
Cobalto....	Oxido............	....	Co. 0..			
....	Sesqui-óxido.....	....	....	....	$Co.^2\,0.^3$	
Niquel.....	Oxido............	....	Ni. 0...			
....	Deutóxido........	....	....	....	Inc.	
Cuarta seccion.						
Cromo.....	Oxido............	....	....	$Cr.^2\,0.^5$.		
....	Deutóxido........	....	....	....	....	$Cr.^2\,0.^2 + 4\,cr.\,0.^2$
....	Acido crómico....	$Cro.\,0.^2$				
Molibdeno.	Oxido............	....	....	....	Mo. 0..	
....	Acido molibdoso.	....	....	....	....	$Mo.\,0. + Mo.\,0.^3$
....	Acido molíbdico.	$Mo.\,0.^3$				

TABLA DE LOS ÓXIDOS METALICOS.

Nombre de los óxidos.		Composicion y naturaleza del óxido. Acido.	Básico.	Indiferente.	Singular.	Salino.
Tungsteno.	Oxido............	....	....	....	W. $0.^2$	
....	Acido túngstico..	VV. $0.^3$				
Tántalo....	Acido tantálico...	Fa. $0.^3$				
Antimonio.	Oxido............	....	....	$Sb.^2$ $0.^3$		
....	Acido antimonioso	Sb. $0.^2$				
....	Acido antimónico.	$Sb.^2$ $0.^5$				
Urano......	Oxido...........	....	U. 0.			
....	Sesqui-óxido.....	....	....	$U.^2$ $0.^3$		
Cerio......	Oxido...........	....	Ce. 0.			
....	Sesqui-óxido.....	....	....	$Ce.^2$ $0.^3$		
Titano.....	Oxido...........	....	Inc.			
....	Acido titánico....	Ti. $0.^2$				
Bismuto...	Oxido...........	....	$Bi.^2$ $0.^3$			
Cobre......	Oxido...........	....	....	....	$Co.^2$ 0.	
....	Bi-óxido.........	....	Co. 0.			
....	Peróxido.........	....	....	....	Co. $0.^2$	
Teluro.....	....	....	....	Te. $0.^2$		
Plomo.....	Oxido...........	....	Pl. 0.			
....	Deutóxido........	....	....	....		Pl. 0. + Pl. $0.^2$
....	Bi-óxido.........	....	....	....	Pl. $0.^2$	

Quinta seccion.						
Mercurio..	Oxido............	....	$Hg.^2$ 0.			
....	Bi-óxido..........	....	Hg. 0.			
Osmio.....	Oxido............	....	Os. 0.			
....	Sesqui-óxido.....	....	....	$Os.^2$ $0.^3$		
....	Bi-óxido..........	....	....	....	Os. $0.^2$	
....	Acido ósmico.....	Os. $0.^4$				
....	Oxido azul.......	....	....	....	....	010+01² 0.
Rodio......	Oxido............	....	lucon.			2 Ro.+ $Ro.^3$
....	Sesqui-óxido.....	....	....	$R.^2$ $0.^3$		3 Ro.+3 $Ro.^2$
....	Oxidos compuest.	....	....	....	....	Ro. + 3 $Ro.^3$ Ro. + 4 $Ro.^3$
Sesta seccion.						
Plata......	Oxido............	....	Pl. 0.			
Paladio....	Oxido............	....	Pd. 0.			
Oro........	Tritóxido.........	....	....	$An.^2$ $0.^3$		
....	Oxido............	....	....	....	$Au.^2$ 0.	
Platio......	Oxido............	....	....	Pt. $0.^2$		
I.idio......	Oxido............	....	Ir. 0.			
....	Sesqui-óxido.....	....	....	$Ir.^2$ $0.^3$		
....	Bi-óxido..........	....	....	Ir. $0.^2$		
....	Tritóxido.........	Ir. $0.^3$				

774. Es evidente que rara vez tendremos que considerar los fenómenos que resultan de las reacciones producidas por los óxidos singulares ó por los salinos. Los primeros no forman jamás combinaciones, ó las forman muy poco estables; los segundos se destruyen siempre y pasan á sus óxidos elementales por todos los agentes poderosos.

775. Todo el estudio de los óxidos metálicos debe por lo tanto recaer principalmente sobre los óxidos ácidos, básicos é indiferentes, cuya formacion, destruccion y paso al estado salino, viene acompañada de muchos fenómenos químicos de una importancia considerable. Para hacer su estudio mas fácil hemos colocado aqui una tabla que presenta su órden segun su tendencia positiva ó negativa. Hemos colocado los mas positivos ó básicos en el primer grupo; en segundo lugar los indiferentes, y por último, los que ofrecen los caracteres mas negativos, es decir, los ácidos. Los óxidos estan colocados en cada seccion, segun el órden de su energía eléctrica al poco mas ó menos, partiendo del mas básico al mas ácido. De tal suerte, que la tabla general ofrezca la misma disposicion, y que á medida que se descienda prodomine el carácter negativo del ácido. Esta tabla permite prever ó esplicar un gran número de reacciones. Muchos óxidos estan colocados dudosamente en el rango que ocupan.

Oxido de potasio........	KO.
—de sodio............	NaO.
—de litio............	LO.
—de bario............	BaO.
—de estroncio.......	EsO.
—de calcio...........	CaO.
—de magnesio.......	MgO.

—de itrio............	I 0.
—de hierro...........	Hie 0.
—de manganeso.....	Mn0.
—de plomo...........	Pl. 0.
—de plata............	Pl. 0.
¿—de cadmio..........	Cd. 0.
—de mercurio........	Hg^2 0.
¿—de cerio............	Ce. 0.
¿—de cobalto..........	Co 0.
¿—de niquel...........	Nl. 0.
Bi-óxido de mercurio.	Hg. 0.
Oxido de zinc........	Zn. 0.
Bi-óxido de cobre...	Co. 0.
Oxido de paladio.....	Pd. 0.
—de urano...........	U. 0.
—de glucino.........	G^2 $0.^3$
—de aluminio........	Al^2 $0.^3$
—de hierro...........	$Hie^2 0^3$
—de manganeso.....	$Mn^2 0.^3$
—de cromo...........	Cr^2 $0.^3$
—de antimonio.......	$Sb^2 0.^3$
—de cerio............	Ce^2 $0.^3$
—de urano...........	U^2 $0.^3$
—de estaño..........	Es 0.
—de bismuto.........	Bi^2 $0.^3$
—de teluro...........	Te 0^2.
—de rodio............	R^2 $0.^3$
—de iridio............	Ir 0.
—de platino..........	Pl $0.^2$
—de oro..............	$Au^2 0.^3$
Acido estánico........	Es $0.^2$

—titánico............	$Ti\ O^2$
—antimonioso........	$Sb\ O^2$
—tantálico...........	$Ta\ O^3$
—antimónico.........	$Sb\ O^3$
—túnstico............	$W\ O^2$
—molíbdico..........	$Mo\ O^3$
—manganésico.......	Mn^2O^3
—crómico...........	$Cr\ O^2$

Propiedades de los óxidos metálicos.

776. Todos los óxidos metálicos son sólidos á la temperatura ordinaria, quebradizos y ásperos cuando estan pulverizados. No tienen olor, son insípidos á escepcion de los de la segunda seccion, los ácidos solubles y el óxido de osmio. Muchos de ellos son blancos, otros estan coloreados de diversas maneras, todos son mas densos que el agua.

777. La accion de la electricidad sobre estos cuerpos es algunas veces nula. Tal es el caso en que se halla la alumina de la cual no se ha podido estraer su metal por este medio. En todos los de las cinco últimas secciones la electricidad separa el oxígeno del metal. Una pila de cien pares es suficiente para descomponer los óxidos mas estables, pero no hay necesidad de un aparato tan enérgico para separar aquellos que resultan de una combinacion débil; un par ó dos son algunas veces bastante poderosos para producir este fenómeno. Para esperimentar estos resultados basta en general humedecer el óxido con un poco de agua para hacerle buen conductor del fluido eléctrico y ponerle en contacto con dos alambres de platino que estén en comunicacion con los dos polos de la pila. El oxígeno se trasporta al polo positivo,

y el metal reducido se acumula bajo la forma de polvo en cristales ó en el estado de globulos metálicos sobre el hilo negativo. Cuando son susceptibles de alearse fácilmente con el mercurio, y que por otra parte la descomposicion del óxido exige medios enérgicos, se forma una pequeña cavidad an el mismo óxido humedecido, y en ella se coloca un poco de mercurio, y se introduce el hilo negativo en este metal. A medida que el óxido se reduce, se forma una amalgama mas ó menos rica que tiene la ventaja de resistir mucho mas tiempo á la accion del aire que el metal puro, si éste pertenece á la segunda seccion.

Es necesario concebir con respecto á esto, que la facultad conductriz del óxido contribuye con mucho al fenómeno. Puede suceder que la resistencia que presentan muchos óxidos á la accion de la pila sea ocasionada por su mala conductibilidad á pesar de que su radical tenga en realidad menos tendencia á unirse con el oxígeno que el de los óxidos que podemos descomponer por este medio.

778. Los óxidos se magnetizan con mayor dificultad que los metales. Solo se conocen dos qne sean atacables por las barras imantadas; estos son el deutóxido y el protóxido de hierro ó al menos algunos compuestos que contengan á este protóxido. La *piedra iman* no es otra cosa que el deutóxido de hierro natural que se magnetiza á causa de su situacion favorable y prolongada con respecto al meridiano magnético.

779. *Accion del calor.* La inspeccion de la tabla de la clasificacion de los metales, basta para indicar la accion que el calor ejerce sobre la mayor parte de los óxidos que estan comprendidos en ella. Se advierte que con respecto á los óxidos de las dos últimas secciones, llega siempre un instante en que el oxígeno y el metal se separan. Esto no sucede ja-

más en las cuatro primeras secciones, pero acontece con frecuencia, que los óxidos ricos en oxígeno abandonan una parte de éste y pasan á un grado inferior de oxidacion.

Véase la lista de los óxidos comprendidos en las cuatro primeras secciones que se descomponen por el calor.

Bióxido de calcio. —de estroncio. —de zinc. —de niquel. Acido antimónico. Tritóxido de cobre. Bióxido de plomo.	Se descomponen antes del calor rojo.
Bióxido de bario. Sesqui óxido de sodio. —de urano. —de cobalto. Bióxido de cobre. Deutóxido de plomo. Bióxido de manganeso.	Se descomponen al rojo naciente ó algo mas.

Solo se conoce un óxido susceptible de volatilizarse; este es el óxido de osmio. Existen un gran número de ellos que son fusibles; pero la temperatura que se necesita para su fusion es muy variable. Los óxidos de la segunda seccion, la barita y la estronciana solo se funden por el auxilio del soplete de gas oxígeno é hidrógeno. Los óxidos de la quinta seccion, los de la sesta y todos los comprendidos en la tabla que acabamos de citar se descomponen antes de la temperatura que necesitan para fundirse. En fin, entre los otros óxidos de la tercera y de la cuarta seccion se observa generalmente que los metales muy fusibles producen óxidos muy

fusibles tambien, pero nunca tanto como los metales de que provienen. En el caso en que los metales exigen un calor blanco para fundirle, el óxido por el contrario es siempre mas fusible que el metal.

780. *Accion de la luz.*—Nada se sabe con exactitud relativamente á la accion de la luz sobre los óxidos. Parece que esta accion es siempre nula sobre el mayor número de ellos, y que tiende á descomponer los de la última seccion. Jamás se tiene en cuenta esta influencia en los laboratorios con respecto á esta clase de cuerpos, pero en las aplicaciones industriales será necesario tenerla en consideracion y tantear nuevos esperimentos antes de hacer uso de los óxidos de la última seccion que hayan de sufrir la accion de la luz un tiempo prolongado.

781. *Propiedades químicas.*—Muchos cuerpos son susceptibles de alterar los óxidos ya sea separando el oxígeno que estos contienen y poniendo el metal en libertad, ya uniéndose al metal y desalojando el oxígeno ó combinándose á la vez con el oxígeno y el metal, ó ya en fin, uniéndose al óxido sin descomponerle. Es necesario un estudio detenido y completo de estas diferentes reacciones á causa de la grande importancia de estos cuerpos bien sea en la química general, bien en las aplicaciones industriales.

782. *Accion de los cuerpos no metálicos.*—Los cuerpos simples no metálicos se dividen en tres grupos con respecto á su accion sobre los óxidos. El primero comprende el gas hidrógeno, el carbono, el boro, el silicio y el azoe: estos cuerpos tienen una accion muy simple y aun puede decirse que nula. El segundo comprende el cloro, bromo, iodo, azufre, selenio, fósforo y arsenico. Estos ejercen sobre los óxidos una accion mas complicada y de la misma naturaleza al poco mas ó me-

nos. El tercer grupo solo contiene al oxígeno, cuya accion es y debe ser especial.

783. *Accion del hidrógeno.*—El hidrógeno tiende á trasformar todos los óxidos al estado metálico apoderándose del oxígeno que contienen para formar agua. Los químicos han hallado en esta reaccion un medio de analizarlos poderoso y correcto. Las artes no tardarán tampoco en sacar partido de esta propiedad en algunas ocasiones que se indicarán en diversas partes de esta obra.

Sin embargo, á pesar que la tendencia positiva del hidrógeno sea muy grande, no puede este cuerpo apoderarse sino del oxígeno de ciertos óxidos. Los óxidos de la segunda seccion y los protóxidos de la primera resisten á su influencia aun á temperaturas muy elevadas.

Todos los óxidos de las cuatro últimas secciones se descomponen completamente por el hidrógeno; los unos se descomponen aun en frio y se inflaman en este gas; otros exigen un calor rojo oscuro, y algunos solo se reducen al grado rojo de cereza. Facil es de prever en casi todos los casos á cual de estas tres series pertenece un óxido dado. En efecto, es evidente que los óxidos de la quinta y sesta seccion se reducirán á una temperatura poco elevada. Se concibe tambien que los de la tercera y cuarta seccion que pierden por el fuego una porcion de su oxígeno, serán susceptibles de pasar por el hidrógeno á un grado menor de oxidacion, aun bajo la influencia de una temperatura bastante débil. Pero los protóxidos de la cuarta seccion exigirán en general el grado rojo naciente, y los protóxidos de la tercera no se reducirán sino á un rojo cereza.

En todos estos casos bien se encuentre el óxido enteramente, bien parcialmente reducido, el agua formada se desprenderá. No sucede lo mismo cuando se opera sobre los pe-

óxidos de la primera seccion. Estos se descomponen por el hidrógeno, y se forma agua y un protóxido, pero cuando se hace uso de los protóxidos de bario, de estroncio, de sodio ó de potasio, el agua formada se une al protóxido restante, y le trasforma en hidrato inalterable por la temperatura á que se hallan espuestas las materias.

Esta clase de esperimentos es muy facil. Se estrae el gas hidrógeno y se deseca haciéndole pasar al través de un tubo lleno de pedazos de cal sin apagar, y en seguida se conduce á otro tubo de vidrio ó porcelana que contiene el óxido por reducir. Si la temperatura no debe pasar del grado rojo oscuro se hará uso de un tubo de vidrio; y en el caso contrario se empleará un tubo de porcelana.

784. *Accion del carbono.*—El carbono se conduce con los óxidos de una manera análoga al hidrógeno, pero su accion es mas enérgica, á pesar que parezca debe suceder lo contrario segun las probabilidades.

Efectivamente, el carbono descompone no solamente todos los óxidos de las cuatro últimas secciones, sino que descompone ademas los óxidos de potasio y de sodio haciéndolos pasar al estado metálico originando óxido de carbono y dejando el metal en descubierto. Por lo demas, esta clase de reacciones se efectuan á temperaturas variables, que difieren poco de las que se emplean para con el hidrógeno.

Los productos no son siempre los mismos; unas veces se forma óxido de carbono y otras se desprende ácido carbónico; pero es facil de prever cual de estos dos gases se formará. Basta para esto conocer la accion que el resíduo puede ejercer sobre el ácido carbónico. Si el resíduo es susceptible de descomponer al ácido carbónico se tendrá en este caso óxido de carbono y en el caso contrario se desprenderá ácido car-

bónico. Asi los protóxidos de potasio y de sodio y los de la tercera seccion producirán siempre óxido de carbono; los óxidos de la quinta y sesta darán ácido carbónico. Los de la tercera seccion producirán unos ácido carbónico y otros óxido de carbono.

Los peróxidos de la primera seccion pasarán al estado de protóxidos por la accion del carbon, y por una baja temperatura; en esta reaccion se formará ácido carbónico, y de consiguiente un carbonato.

En la tercera seccion no se formarán jamás carbonatos, pero el peróxido de manganeso pasará por el carbon al estado de deutóxido produciendo ácido carbónico; y para pasar despues al estado metálico solo desprenderá óxido de carbono.

En general, los óxidos que exijan para reducirse una temperatura elevada, no darán sino óxido de carbono, y los que se reduzcan á una temperatura baja producirán ácido carbónico.

785. La accion del boro y del silicio sobre los óxidos metálicos debe tener grande analogía con la del carbono. La accion del azoe es nula.

786. *Accion del cloro.*—El cloro puede obrar de tres maneras diferentes sobre los óxidos.

Cuando el cloro y los óxidos estan secos uno y otro, puede haber descomposicion, y en este caso los productos que se obtienen son siempre un cloruro metálico y oxígeno. Tal es la accion que el cloro ejerce sobre todos los óxidos básicos, y tal vez sobre algunos óxidos indiferentes; sobre los óxidos ácidos no tiene accion alguna.

Si el óxido está disuelto ó dilatado en el agua, la accion es variable. Para presentarla de una manera sencilla será necesario que examinemos dos casos particulares, reuniendo

para esto la lista de los óxidos que cada uno de ellos comprende.

Haciendo pasar cloro al través de una disolucion dilatada de potasa, desaparecerá el gas inmediatamente, perderá el color y olor que le caracterizan y se hallará en el licor un producto líquido considerado por M. Bercelius como una mezcla de cloruro de potasio y de clorito de potasa. Antes que este célebre químico hubiera examinado este producto, se miraba como una simple combinacion de cloro y de potasa, y se distinguia con el nombre de cloruro de potasa. La sosa, la cal, la barita, la estronciana, la magnesia, el óxido de zinc, el bi-óxido de cobre, el peróxido de hierro hidratado, como tambien otros óxidos, tal vez gozarán la propiedad de absorver al cloro en frio, pasando al estado de cloruros de óxido, ó bien formando una mezcla de cloruro metálico y de clorito.

Los productos de la reaccion pueden representarse siempre del modo siguiente:

Atomos empleados.		Atomos producidos.	
12 át. óxido =	12 át. metal.	12 át. cloruro de óxido.	12 át. metal.
	12 át. oxígeno.		12 át. oxígeno.
24 át. cloro.			24 át. cloro.

O bien

9 át. cloruro metálico. =		9 át. metal.
		18 át. cloro.
3 át. clorito.	3 át. óxido.	3 át. metal.
		3 át. oxígeno.
	3 át. ácido.	6 át. cloro.
		9 át. oxígeno.

En otro lugar volveremos á tratar de los cloruros de óxi-

do y de los cloritos. Por ahora nos bastará establecer que ciertos óxidos pueden combinarse con la porcion de cloro que constituirá el metal que ellos contienen en cloruro. Que cualquiera que sean los compuestos que resulten, serán muy poco estables. Todos dejarán desprender el cloro bajo la influencia de los ácidos mas débiles. Que una temperatura poco elevada los trasformará en cloruro metálico, dejando desprender gas oxígeno. En fin, que obrando mucho tiempo pueden trasformarse en cloruros metálicos y en cloratos.

787. Esta última reaccion á que parece resolverse muchas veces la reaccion precedente, puede determinarse con bastante prontitud si se pone en contacto el cloro con las disoluciones concentradas de potasa. Estas disoluciones absorven una cantidad considerable de cloro; á poco tiempo aparece un depósito de láminas cristalinas formadas casi enteramente de clorato de potasa mezclado con un poco de cloruro de potasio. El licor que sobrenada contiene á la vez clorato de potasa en pequeña cantidad, mucho cloruro de potasio y una cantidad mas ó menos grande de cloruro de potasa, que puede como de ordinario representarse por cloruro de potasio y clorito de potasa.

Podrá, pues, admitirse que la potasa en disolucion concentrada obra sobre el cloro de manera que pasa de repente al estado de clorato y de cloruro.

Siendo asi se tendrá para la reaccion la espresion siguiente:

Atomos empleados.		Atomos producidos.	
6 át. potasa. =	6 át. potasio. 6 át. oxígeno.	5 át. cloruro.	5 át. potasio. 10 át. cloro.
12 át cloro.			

1 át. clorato.	1 át. potasa.	1 át. potasio.
		1 át. oxígeno.
	1 át. ácido.	2 át. cloro.
		5 át. oxígeno.

Podria admitirse tambien que la potasa trasformada desde luego en cloruro de potasio y clorito de potasa, no ha podido originar el clorato sino por la descomposicion natural del clorito; pero sea cualquiera el cálculo, los productos serán los mismos, porque los tres átomos de clorito representados en la tabla precedente (786) producirán un átomo de cloruro y dos de clorato. Proviniendo estos de doce átomos de potasa, cada átomo de clorato representará seis de la potasa empleada, como se manifiesta en la tabla anterior.

En la práctica parece que no se realizan jamas estos productos. La proporcion de clorato es siempre mas inferior y por esto se advierte un desprendimiento de oxígeno durante la formacion del clorato de potasa. En los capítulos siguientes se hallarán unos detalles mas circunstanciados; en ellos se tratará de los cloratos, de los cloritos y en particular del clorato de potasa y del clorito de cal.

788. El bióxido de mercurio se trasforma por el cloro en cloruro, en clorato y en un compuesto insoluble de cloruro y de óxido. El óxido de plata se convierte en cloruro y en clorato.

Los óxidos de cobalto, de niquel, de manganeso y de plomo se convierten en peróxidos por medio de la descomposicion del agua. El cloro pasa al estado de ácido hidro-clórico, que queda unido á una parte del protóxido empleado, mien-

tras el oxígeno del agua se combina con lo restante del protóxido y lo trasforma en peróxido.

La alumina, el óxido de bismuto, el óxido de antimonio, el ácido estánico y el óxido de teluro, no tienen accion sobre el cloro húmedo, aun á la temperatura de 100° c.

789. Cuando el cloro obra por el intermedio del agua originando con los óxidos los cloratos y los cloritos, es evidente que no se formaria ninguno de estos ácidos, si la accion se ejerciera en seco y á una temperatura elevada. Si se tiene presente por otra parte, que los cloratos asi como los cloritos producen bajo la influencia del calor, cloruros y oxígeno, se esplicará con facilidad, porque los óxidos que el cloro seco y caliente puede atacar, ocasionan siempre cloruros, abandonando aquellos todo su oxígeno. Ya hemos dicho que estos son los óxidos básicos y una parte de los óxidos indiferentes. Pero sucede con frecuencia el obtener óxidos inatacables por el cloro, y tener precision de formar cloruros con ellos; en tal caso hay que hacer uso de un procedimiento indicado por los señores Gay-Lussac y Thenard, y realizado por M. Oerstedt. Este procedimiento consiste en someter á la accion del cloro seco, el óxido mezclado con carbon, y trasportado á una temperatura elevada, pero que puede variar del rojo oscuro al rojo casi blanco. El ácido tungstico y el ácido molíbdico se descomponen por este medio á la temperatura que produce la lámpara simple de alcohol; el ácido titánico, la alumina, la circona, la glucina y la itria, exigen una temperatura al grado rojo cereza aproximadamente.

Por lo demas, como todos los cloruros son volátiles, se dispone el aparato como hemos indicado para el cloruro de silicio. Lo mismo que en este esperimento, se desprende óxido de carbono.

Como el cloro por el intermedio del carbon puede trasformar en cloruros todos los óxidos inatacables por este gas aisladamente, se advierte que todos los óxidos pueden trasformarse en cloruros.

790. *Accion del bromo.*—La accion del bromo tiene las mayores relaciones con la del cloro, asi se considera bajo los mismos puntos de vista que acabamos de estudiar, y á escepcion de ser menos enérgico, el bromo se conduce siempre de la misma manera que el cloro.

Estando caliente y seco, el bromo puede apoderarse de oxígeno, de la potasa, de la sosa, de la barita y de la cal; pero el cloruro descompone la magnesia, y el bromo no tiene accion sobre ella. Estas reacciones se verifican á la temperatura roja, y son acompañadas de un vivo desprendimiento de calór y luz.

Asi como el cloro ayudado del carbon descompone diversos óxidos sobre los cuales no tendria accion empleándole aisladamente, el bromo por este mismo medio puede descomponer probablemente un gran número de óxidos. Por lo menos la alumina mezclada con carbon se trasforma en bromuro de aluminio y en óxido de carbono. Este esperimento ejecutado con buen éxito por M. D'Arcet, hijo, hará facil la preparacion de un gran número de bromuros que no se han podido obtener todavia.

El bromo puede obrar en frio y por el intermedio del agua produciendo bromitos y bromuros, ó bien si se quiere bromuros de óxido. Esto es lo que se verifica siempre que se tratan por el bromo las disoluciones muy dilatadas de potasa, sosa, cal, barita y estronciana. La adicion de un ácido hace que vuelva á manifestarse el bromo, como se observa con respecto á los cloruros de óxido.

Si la disolucion alcalína está concentrada se produce por el contrario un bromato y un bromuro. Este fenómeno se efectúa con la potasa, la sosa, la barita, la estronciana y la cal, pero de ningun modo con la magnesia.

Todas las fórmulas dadas para el cloro son estrictamente aplicables al bromo en su totalidad.

791. *Accion del iodo.*—Esta en general es análoga á la de los dos cuerpos que preceden; pero sin embargo, ofrece algunas diferencias que merecen la atencion.

El iodo seco y por el intermedio del calor descompone los óxidos secos de potasio y sodio tales como se obtienen quemando estos metales en el oxígeno; este gas se desprende y se obtienen ioduros. El protóxido de plomo y el óxido de bismuto se descomponen igualmente por el iodo. Los protóxidos de cobre y de estaño se descomponen tambien, pero sin desprendimiento de gas oxígeno. La mitad de cada uno de estos óxidos pasa al estado de bióxido sobre los cuales el iodo no tiene accion: la otra mitad forma un ioduro que queda mezclado con el nuevo óxido.

Los óxidos de zinc y de hierro no sufren alteracion. Sin embargo el óxido de zinc á 200° c., parece susceptible de absorver al iodo, pero sin emitir oxígeno.

Cuando se espone á la accion del iodo la barita, la estronciana y la cal, no hay emision de gas oxígeno, y sin embargo, el iodo desaparece y se halla absorvido produciendo una ligera incandescencia. De esta accion, resultan unos compuestos considerados hasta el presente como unos ioduros de óxido. Estos compuestos son solubles en el agua y sufren una reaccion alcalina. El de cal, el de estronciana y tal vez el de barita se descomponen por un calor rojo intenso, el iodo se desprende y quedan los óxidos. De aqui puede inferirse

que el iodo á esta temperatura no tiene accion sobre los óxidos.

Los hidratos de cal, de estronciana y de barita se conducen con el iodo como los óxidos secos.

792. Los compuestos producidos por este medio parecen formados de un átomo de óxido y otro de iodo, en lo cual se diferencian de los cloruros de óxido que se obtienen ordinariamente, y se aproximan al subcloruro de cal que se halla en el comercio.

Por este resultado se advierte que el iodo puede formar en muchas circunstancias y aun bajo la influencia de una temperatura elevada, unos compuestos análogos á los cloruros de óxido, y que pueden tambien considerarse como unas mezclas de ioduro y de iodito. Puesto que en caliente puede efectuarse esta clase de reaccion, podemos presumir que se verificará igualmente en frio, con las bases poderosas y con aquellas que contienen al oxígeno retenido por una débil afinidad.

Asi es, la potasa y la sosa muy dilatadas en sus disoluciones, hacen pasar al iodo al estado de iodito y de ioduro.

Pero la potasa y la sosa en disoluciones concentradas producen con el iodo un ioduro y un iodato. Parece que resultan los mismos productos de la accion del agua de barita, de estronciana y de cal sobre el iodo. Sin embargo, estos últimos hechos merecen un nuevo exámen.

Entre los demas cuerpos hay muy pocos que hayan estado sometidos á la accion del iodo bajo la influencia del agua. M. Gay-Lussac ha observado que la magnesia se combina con el iodo y forma un ioduro de óxido insoluble y de color de pulga. M. Collin ha hecho observar que el bi-óxido de mercurio se trasforma en iodato ácido que se disuelve, y en ioduro rojo que se deposita.

793. *Accion del azufre.*—Este cuerpo puede obrar sobre los óxidos de muchas maneras, fáciles todas de entender comparándolas con los fenómenos que acabamos de analizar.

El azufre produce con los óxidos de las cuatro últimas secciones gas sulfuroso y un sulfuro metálico. Para que se verifique este efecto es necesario en general una temperatura mas elevada para aquellos óxidos que no se alteran por el calor que para los que se descomponen por una elevacion conveniente de temperatura. Este esperimento será peligroso con los óxidos de las dos últimas secciones, ensayándolo con unas masas demasiado grandes á la vez. Aun con el peróxido de plomo no hay precision de calentar la mezcla, basta molerla con fuerza ó someterla á un choque ligero para determinar la reaccion. Los peróxidos de la tercera, y aun los de la cuarta seccion, exigen por el contrario un calor rojo.

No se conduce el azufre del mismo modo con los óxidos de la primera seccion; con estos forma siempre un sulfato y un sulfuro metálico, con tal que la temperatura se haya elevado hasta el grado rojo, ó poco menos. Cuando el óxido está seco, la reaccion se verifica con un desprendimiento muy notable de calor. Calentando hasta el grado rojo la barita y la estronciana, que son á la vez porosas y anhidras, y poniéndolas en contacto con el azufre en vapor se ponen repentinamente candentes, y su temperatura se manifiesta al grado rojo blanco en tanto que dura la reaccion.

Véase el cálculo atómico que espresa los productos.

Atomos empleados.		Atomos producidos.		
4 át. barita. =	4 át. bario. 4 át. oxígeno.	3 át. sulfuro. =	3 át. bario. 3 át. azufre.	
4 át. azufre.		1 át. sulfato. =	1 át. ácido. =	1 át. azufre. 3 át. oxígeno.
			1 át. barita. =	1 át. bario. 1 át. oxígeno.

La accion de las otras bases de la segunda seccion seria la misma. Bien entendido sin embargo, que en vez de un simple sulfuro pueden producirse poli-sulfuros, y entonces los átomos de azufre empleados crecerán proporcionalmente. Pero cuando la temperatura esté elevada lo conveniente, el fenómeno se producirá como acabamos de indicar.

794. El azufre aisladamente no tiene accion sobre todos los óxidos de la primera seccion, y aun parece que bajo esta circunstancia no puede tampoco descomponer ciertos óxidos de la cuarta, y en particular al ácido titánico. Pero ayudado del carbon ó bien en el estado de sulfuro de carbono efectúa la descomposicion y le trasforma en sulfuro. No se ha esperimentado el hacerle obrar bajo esta forma sobre los óxidos de la primera seccion; pero es probable que la descomposicion tendrá lugar.

795. El azufre parece obrar por el intermedio del agua sobre algunos óxidos de la última seccion con los cuales forma ácido sulfúrico dejando el metal en descubierto. Si obra sobre los de la tercera, de la cuarta ó de la quinta no esat

menos sino en circunstancia raras y poco conocidas; tampoco tiene accion sobre los de la primera.

No se halla en el mismo caso con respecto á los de la segunda; con estos ejerce en frio y mejor en caliente una accion muy rápida trasformándolos en poli-sulfuros solubles y en hipo sulfitos. Esta accion la estudiaremos detenidamente al hablar de los sulfuros.

796. *Accion del selenio.* Esta se asemeja bajo todos aspectos á la del azufre; no entraremos tampoco en ningun detalle, porque estos tendrán lugar al tratar de las generalidades relativas á los seleniuros y en la historia particular de estos cuerpos.

797. *Accion del fósforo.* El fósforo se aproxima mucho al azufre por la accion que ejerce sobre los óxidos. A imitacion suya no altera tampoco los de la primera seccion; como él produce con los de la segunda un fosfato y un fosfuro metálico, tambien con la mayor parte de los de las dos últimas suministra fosfuros metálicos y ácido fosfórico, si el fosfuro puede resistir á la accion del calor. Pero con los de la tercera y de la cuarta la reaccion es diferente; con estos produce un fosfato y un fosfuro, lo que manifiesta evidentemente que el óxido y el ácido son fijos uno y otro, y que no se puede descomponer, cuyo caso no se verifica con el ácido sulfúrico.

Estas reacciones son muy activas; las mas veces se verifican con desprendimiento de calor y luz. Los óxidos de la tercera seccion descompuestos por el fósforo no verifican ningun desprendimiento notable de luz. Los de la segunda producen una cantidad considerable, los de la sesta y particularmente el óxido de plata verifican otro tanto, y ademas se descomponen con tanta energía por el fósforo que muchas veces

se ejerce la accion á la temperatura ordinaria. Asi es preciso guardarse bien al mezclar estos cuerpos: todas sus reacciones deben efectuarse obligando á pasar el fósforo en vapor sobre los óxidos calientes al grado conveniente.

798. El fósforo por el intermedio del agua obra de un modo muy distinto sobre los óxidos. Con aquellos, cuya combinacion con el oxígeno es muy débil los de las dos últimas secciones por ejemplo, produce ácido fosfórico dejando el metal en descubierto. De este modo es por lo menos como obra sobre el óxido de oro.

Sobre los de la primera y tercera seccion no tiene accion alguna como igualmente sobre la mayor parte de los de la cuarta. Sobre los de la segunda por el contrario tiene una accion muy enérgica.

Con todos los protóxidos de esta seccion produce bajo la influencia del agua en frio y mejor por el intermedio del calor, gas hidrógeno perfosforado mezclado con hidrógeno y con hipo-fosfitos que se descomponen á su vez, si la accion es prolongada (239). Es evidente que el agua se descompone, y que su hidrógeno y su oxígeno se combinan el primero parcialmente y el segundo en su totalidad con el fósforo. Al ocuparnos de los hipo-fosfitos estableceremos las proporciones bajo las cuales se verifica esta reaccion.

799. *Accion del arsénico.*—Esta se asemeja bajo todos aspectos á la del fósforo; el arsénico produce con los óxidos de la segunda seccion por el intermedio del calor arseniatos y arseniuros; ninguna accion tiene sobre los de la primera: con los de las cuatro últimas da en muchos casos arseniatos y arseniuros, y algunas veces arseniuros y ácido arsenioso, siempre que el arsénico esté en esceso.

El arsénico produce por el intermedio del agua con las

bases de la segunda seccion hidrógeno arsenicado, hidrógeno libre y una sal de arsénico que exige un nuevo exámen. Esta reaccion notable que aproxima bajo una relacion bien clara el arsénico al fósforo, fué observada por Gehlen que murió envenenado por el gas precedente de la accion del arsénico sobre la postasa.

800. *Accion del oxígeno.*—Todos los óxidos parecen inalterables en el oxigeno seco á la temperatura ordinaria; pero haciendo intervenir el agua sin elevar la temperatura hay algunos óxidos que pueden absorver éste gas y son los siguientes:

Protóxido de hierro.
Deutóxido de hierro.
Protóxido de manganeso.
Deutóxido de manganeso.
Protóxido de cobalto.
Protóxido de cobre.
Protóxido de titano.

El protóxido y el deutóxido de hierro, pasan al estado de hidrato de sesqui óxido. El protóxido y deutóxido de manganeso y el protóxido de cobalto, se trasforman tambien en hidratos de sesqui-óxidos; el de cobre en hidrato de bióxido, el protóxido de titano, en hidrato de ácido titánico.

801. Los óxidos susceptibles de absorver el oxígeno en seco por el intermedio del calor, son mucho mas numerosos: estos son los siguientes con los nombres de los óxidos que producen.

Protóxido de bario.................. —Bióxido.
—De potasio.................... —Tritóxido.

—De sodio....................	—Sesqui-óxido.
Protóxido de manganeso.........	—Deutóxido.
Protóxido y deutóxido de hierro.	—Sesqui-óxido.
Protóxido de estaño..............	—Acido estánico.
Oxido de molibdeno.............. } Acido molibdoso.................. }	—Acido molíbdico.
Oxido de tungsteno..............	—Acido túngstico.
Oxido de titano.	—Acido titánico.
Oxido de cobre....................	—Bióxido.
Oxido de plomo....................	—Deutóxido.
Oxido de mercurio................	—Bióxido.

802. *Accion de los metales.*—La clasificacion de los óxidos como la de los diversos fenómenos que acabamos de analizar, permiten prever muy bien en ciertos casos cual debe ser la accion de los metales sobre los óxidos. Todavia estamos muy distantes de haber aquirido sobre este punto todas las luces que la práctica de las artes metalúrgicas reclaman como necesaria. Es evidente que unas fuerzas muy variadas obran simultáneamente en esta clase de fenómenos, y que pueden obtenerse segun las circunstancias: 1.°, la reduccion del óxido empleado y la oxidacion del metal que se ha puesto en contacto con el óxido; 2.°, la oxidacion del metal empleado y la formacion de una liga procedente de los dos metales que se hallan en contacto; 3.°, la reduccion de una parte del óxido y la formacion de un compuesto causado por lo restante de este óxido y del nuevo óxido producido; 4.°, la trasformacion del óxido empleado en un óxido inferior que permanece libre ó se combina con el óxido formado, etc.

La mayor parte de estos fenómenos pueden ser previstos asi como las circunstancias que los acompañan. Como para efectuar estas reacciones hay siempre necesidad de elevar la temperatura, basta considerar por una parte la accion del ca-

lor sobre los óxidos, y por otra la que ejerce este fluido sobre los metales que se emplean en presencia del oxígeno, y en fin la tendencia que pueden tener á unirse los óxidos posibles ó los metales que contienen.

Asi los peróxidos alcalínos y todos los óxidos de las cuatro últimas secciones se descompondrán por el potasio y el sodio. Los primeros pasarán al estado de protóxidos, y todos los demas al estado metálico. A escepcion de los protóxidos de la tercera seccion la reaccion se efectuará siempre con desprendimiento de calor y luz.

Con respecto á los demas metales parece que los de la quinta seccion pueden estraer el oxígeno á los de la sesta. Los de la cuarta descomponen ciertamente los óxidos de la quinta y sesta, y algunos de ellos aun pueden hacer pasar á un estado de oxidacion inferior á los peróxidos de la tercera y de la primera seccion. En fin, los metales de la tercera seccion pueden descomponer la mayor parte de los óxidos de las tres últimas, como tambien los peróxidos de la primera, y aun algunas veces los protóxidos. Asi es como el hierro por ejemplo descompone la potasa y la sosa.

Con respecto á la energía de la accion depende evidentemente del estado de division de las materias y de la estabilidad del óxido empleado. Con los metales muy divididos ó volátiles, y los óxidos susceptibles de descomponerse por el calor, la accion se efectuará siempre con produccion de calor y luz. En el caso contrario pasará únicamente con desprendimiento de calor, pero no de luz.

803. *Accion de los cuerpos compuestos.*—La accion de estos cuerpos es muy variada. Ya se combinan con los óxidos metálicos, bien que hagan con respecto á estos el papel de base, bien el de ácido; ya los descomponen apoderándose de

su oxígeno y dejando el metal libre ; ya se apoderan de su oxígeno tambien, pero en vez de quedar el metal libre se empeña en una nueva combinacion. La mayor parte de estos resultados pueden ser previstos , ó al menos los detalles concernientes á ellos estarán mejor colocados al lado de los otros compuestos binarios no metálicos, cuya formacion ejerce una grande influencia sobre todos estos fenómenos.

Aqui nos limitaremos á decir que los cuerpos compuestos ácidos se combinan en general con los óxidos básicos, asi como los cuerpos compuestos básicos se unen á los óxidos ácidos, de donde resultan las sales.

Entre los cuerpos compuestos hay uno cuya accion merece un exámen especial, este es el agua.

El agua obra sobre los óxidos de muchas maneras. Este cuerpo parece combinarse con la mayor parte de ellos, formando hidratos que examinaremos mas adelante; descompone algunos de ellos, al paso que es descompuesta por otros. Los que el agua descompone son los óxidos singulares susceptibles de formar en el estado de protóxidos hidratos muy estables. Los peróxidos de potasio y de sodio se trasforman en frio, y repentinamente en hidrato de protóxidos, y en oxígeno por el contacto del agua. Los de bario, de estroncio y de calcio esperimentan la misma trasformacion , pero únicamente con el auxilio de una temperatura próxima á 100°. Los óxidos capaces de descomponer el agua son poco numerosos, y necesitan ayudar la accion por medio del calor rojo ; estos son los protóxidos de hierro , de manganeso y de estaño. El hidrógeno por esta reaccion queda en libertad , los óxidos de hierro y manganeso pasan al estado de deutóxidos , y el estaño se trasforma en ácido estánico.

Con respecto á la accion de los óxidos entre sí, poco hay

que decir. Los óxidos básicos pueden unirse á los óxidos ácidos y aun á los óxidos indiferentes; estos últimos pueden combinarse tambien con los óxidos ácidos. Los compuestos formados de este modo, son solubles en el agua cuando tienen la base de potasa ó de sosa, y el compuesto es ademas neutro ó básico, porque si el ácido predomina y es insoluble, el compuesto podrá ser insoluble tambien. Asi con los óxidos de plata, de cobre, de cobalto, de niquel, etc., la potasa forma compuestos insolubles. Con la alumina, el óxido de zinc y el de estaño, produce por el contrario unos compuestos solubles.

La barita, la estronciana y la cal gozan como la potasa y la sosa la propiedad de formar unos compuestos de este género. Pero con respecto á esto su accion es mucho mas débil, y las mas veces los compuestos que producen son muy poco ó enteramente insolubles en el agua.

Preparacion.

804. Unos procedimientos muy variados pueden servir para la preparacion de los óxidos. En primer lugar se coloca la calcinacion de los metales y de los óxidos al contacto del aire ó del gas oxígeno. Los óxidos básicos se forman muchas veces al contacto del aire con solo la temperatura ordinaria, bajo la influencia de los ácidos; lo mismo que bajo la influencia de las bases se forman los óxidos ácidos en iguales circunstancias. La accion del calor facilita siempre estas reacciones. Los óxidos resultan tambien, de la descomposicion de las sales solubles por medio de las bases alcalinas, ó del amoniaco. Los ácidos pueden tambien separar los óxidos ácidos de sus combinaciones con los óxidos básicos. El calor

haciendo desprender los ácidos carbónico y nítrico, pone en libertad los óxidos á que estan unidos estos ácidos. El ácido nítrico por su accion sobre los metales, produce algunos óxidos que no puede disolver á causa de sus propiedades ácidas. En fin, el agua oxigenada origina muchos peróxidos, obrando sobre los protóxidos ó deutóxidos de ciertos metales.

Los óxidos que pueden producirse por medio de los metales toman su orígen en circunstancias muy diversas. La accion del oxígeno ó del aire sobre los metales bien sea en frio, bien por el intermedio del calor, puede producir algunos óxidos. El potasio, por ejemplo, se oxida al contacto del aire, y esta accion seria muy viva, si no se formara á la superficie del metal una capa de óxido que detiene la accion evitando el contacto del aire con el metal. Pero cuando este contacto puede efectuarse existen numerosas circunstancias, en las que los metales se oxidan en frio por su comunicacion con el aire. Estas se presentan cuando por un procedimiento cualquiera los metales han sido reducidos á polvo muy fino. El plomo y el cobre son pirofóricos cuando estan reducidos á polvo muy fino, y se oxidan con grande energía. Estos fenómenos se presentan, por ejemplo, en los resíduos de la destilacion de los acetatos, y en los óxidos reducidos por medio del gas hidrógeno, cuando el metal de que provienen es infusible. Cuando el metal es muy oxidable no parece necesaria la estremada division que tiene lugar en los casos precedentes. Un boton de manganeso abandonado al contacto del aire concluye al cabo de algun tiempo por reducirse á polvo, y este polvo es un óxido.

Muchos metales, el hierro, por ejemplo, pueden tambien oxidarse en frio por el contacto del aire húmedo. El aire di-

suelto en el agua da principio á la oxidacion, y el agua se descompone en seguida por la influencia eléctrica debida al contacto del óxido formado con el metal. Asi la oxidacion que en un principio es muy lenta, se hace mas y mas rápida cada vez. Asi es como se prepara en farmacia el óxido de hierro al rocío, ó deutóxido de hierro.

Pero en todos los casos en que hay necesidad de operar sobre los metales en masa, y que se quiere producir una oxidacion rápida, es preciso efectuar ordinariamente por medio del calor la combinacion directa de los metales con el oxígeno. Vamos á presentar aqui algunos ejemplos que permitirán formarse una idea exacta de todos los fenómenos de este género. Sabemos muy bien con qué intensidad y con qué desprendimiento de calor y luz arde el hierro en el gas oxígeno puro. En este caso la accion es enérgica, rápida y completa, porque siendo el óxido que se forma muy fusible y la temperatura muy elevada, el metal queda siempre en descubierto. Al contacto del aire se produce tambien la accion, pero con menos energía. Las conchas que se desprenden al forjar el hierro no son otra cosa que un deutóxido de este metal, del cual pueden obtenerse escamas de una dimension bastante grande, y de una pureza perfecta. Los otros óxidos de hierro se obtienen por procedimientos diferentes.

La calcinacion del antimonio al contacto del aire da orígen al protóxido de antimonio, que se obtiene en hermosas agujas cristalinas. Siendo este óxido volátil, hay que recogerle en un crisol vuelto boca abajo, colocado sobre el otro que contiene el metal fundido, practicando antes de colocarlo un agujero en su fondo. Como el óxido se sublima la superficie del metal queda bastante limpia para que pueda estar siempre en íntimo contacto con el oxígeno.

Si se quiere producir el óxido de zinc, se funde el metal en un crisol, y se eleva la temperatura hasta el grado rojo. El metal se inflama al momento, y arde con una llama amarilla muy brillante, produciendo desde luego una especie de nevada de copos blancos, muy ligeros, y despues unas hojas espesas de la misma naturaleza: este es el óxido de zinc: se estrae con una cuchara y el fenómeno se reproduce. Siendo el zinc volátil, se efectúa siempre el contacto entre la superficie del metal y el oxígeno; el óxido se fija en todas las partes del crisol, aun en las mas elevadas.

No siendo el plomo volátil como el zinc, es preciso para oxidarle, mantenerle en contacto mas inmediato con el aire; para esto basta ir separando el óxido á medida que se forma para que la superficie del metal fundido quede siempre á descubierto, y en contacto con el aire. Esta operacion se practica en grande en unos hornos á propósito, en los que se remueve sin cesar el metal fundido con un urgon largo de hierro. En los laboratorios se obtiene el óxido de plomo fundiendo este metal en un crisol ú otro objeto á propósito, que se hace enrojecer, y separando la película que se produce sin cesar en la superficie, que es el óxido de plomo.

El mercurio espuesto al contacto del aire por mucho tiempo y á la temperatura de la ebullicion se cubre de una capa de óxido rojo que se descompone á una temperatura mas elevada. La accion es muy lenta á pesar que la volatibilidad del metal y lo infusible del óxido conspiran á realizarla.

805. La oxidacion de los metales bajo la influencia del aire y de un ácido es un fenómeno que se presenta á nuestra vista con mucha frecuencia. En la formacion del verde gris, por ejemplo, en la que el cobre se oxida bajo la influencia del ácido acético. Por este procedimiento pueden prepararse to-

dos los óxidos básicos, tales como los de plomo, cobre, hierro, estaño, etc.

El hierro, el zinc y otros se oxidarán tambien en semejantes circunstancias, pero estos metales pueden asimismo descomponer el agua en frio con mucha energía bajo la influencia de un ácido, tal como el sulfúrico. El violento desprendimiento de gas hidrógeno que se produce repentinamente en esta reaccion prueban de una manera nada equívoca, cuán rápidas son la descomposicion del agua y la oxidacion del metal.

Todos los óxidos ácidos pueden producirse por medio del oxígeno y de las bases. En general se suministra el oxígeno y la base á los metales en estas circunstancias por la descomposicion del nitrato de potasa con el cual se mezclan. Por esta reaccion se obtiene el ácido antimónico. Se calcinan hasta el grado rojo naciente una mezcla compuesta de una parte de antimonio y seis de nitrato de potasa; se legivia la masa, y se precipita de su disolucion el ácido antimónico por medio de otro ácido.

La peroxidacion del óxido de cromo por la accion del nitro sobre el cromito de hierro es un hecho de este género. La produccion del ácido manganésico en el tratamiento del peróxido de manganeso por un alcalí, es tambien de la misma naturaleza, si se admite que el contacto del aire sea necesario para esta reaccion.

El platino espuesto al grado rojo al contacto del aire y de una base alcalína se trasforma en platinato de la base. Por esto debe evitarse hacer en un crisol de platino las calcinaciones cuando entra un alcalí en descubierto.

806. Tambien pueden producirse diversos óxidos por medio de otros óxidos del mismo metal bien sea estrayéndo-

los, bien añadiéndolos oxígeno. Las mismas circunstancias que originan los óxidos por la accion del oxígeno sobre los metales se producen tambien en la preparacion de los óxidos por los óxidos. En tanto que ciertos peróxidos sometidos á la accion del calor pueden perder una parte de su oxígeno y pasar á otro grado menor de oxigenacion, hay tambien otros protóxidos que pueden absorver el oxígeno, bien sea en frio, bien á una temperatura inferior á la que podria descomponer los óxidos superiores formados de este modo: esta doble accion la ofrecen tambien algunos metales. El peróxido de manganeso, por ejemplo, pasa por la accion del calor al estado de deutóxido pardo, y el protóxido de este metal espuesto al aire húmedo pasa tambien al estado de deutóxido.

El protóxido de hierro bajo las mismas circunstancias, pasa al estado de deutóxido y despues al de peróxido. Este peróxido no se descompone por el calor.

El peróxido de plomo al grado rojo oscuro pasa al estado de deutóxido; calentándolo hasta el rojo cereza se trasforma en protóxido, y este por el contrario, manteniéndole durante muchas horas á una temperatura próxima al grado rojo, se trasforma en deutóxido ó minio: de esta manera se prepara este producto para las artes.

En fin, la barita, al grado rojo oscuro, absorve al oxígeno con bastante rapidez para que una corriente de este gas, constantemente alimentada y conducida al centro del óxido, se halle absorvida completamente, hasta que toda la barita se encuentre en el estado de peróxido; y á una temperatura mas elevada, el deutóxido de bario pasa al estado de barita ó protóxido.

Un gran número de óxidos se producen por la reaccion de las bases, ó de los ácidos sobre las sales solubles. Todos los

óxidos básicos que forman con los ácidos sales solubles, pueden separarse de sus combinaciones por medio de las bases alcalínas, y particularmente de la potasa, la sosa y el amoniaco. La mayor parte de los óxidos de la primera y de las cuatro últimas secciones pueden prepararse por este procedimiento; en general forman una sal soluble con uno de los ácidos sulfúrico, hidro-clórico ó nítrico, á pesar que ellos sean insolubles. Todas estas sales se descomponen por la potasa, la sosa ó el amoniaco. Se debe emplear para este efecto la potasa ó la sosa, cuando el amoniaco pueda redisolver los óxidos precipitados, y el amoniaco en el caso contrario. Es necesario poner siempre un esceso de alcalí para operar la precipitacion, á fin de asegurarse de que el óxido insoluble no arrastra consigo ninguna porcion de ácido. Algunas veces es necesario operar por medio del calor para evitar este inconveniente. Sucede con frecuencia que el óxido precipitado, por ejemplo, de un nitrato ó de un sulfato, retiene cierta cantidad de ácido nítrico ó sulfúrico. La sal debe disolverse en veinte veces su peso de agua cuando menos, á fin de que el óxido se deposite con facilidad y pueda lavarse por decantacion. El agua se renueva muchas veces, y por último se vierte todo sobre un filtro y alli se lava de nuevo hasta que deja de comunicar alguna parte soluble al agua que le atraviesa. Entonces se seca bien y se guarda con cuidado poniéndolo al abrigo del contacto del aire, si es como el óxido de plata capaz de absorver al ácido carbónico.

El agua descompone algunas sales y parece que precipita su óxido, tales son por ejemplo los nitratos y los sulfatos de mercurio; pero en todos estos casos los precipitados solo son unas subsales que retienen todavia una cantidad bastante grande de ácido: este modo de precipitar será por lo tanto inexacto.

En la descomposicion de las sales por las bases poderosas, es muy raro que el óxido precipitado esté bien puro. En general, el óxido que queda libre puede hacer el papel de ácido con respecto á la base que le precipita, y como esta se emplea siempre en esceso, se forma una sal en la mayor parte de estos casos. En esta clase de compuestos la cantidad de la base es siempre muy pequeña, si el lavado se continúa durante algun tiempo, porque el compuesto que se forma es demasiado poco estable para poder resistir mucho tiempo á la accion del agua hirviendo. Asi es como en la descomposicion de las sales de bióxido de cobre, por la potasa ó por la sosa, se obtiene en vez de bióxido de cobre puro, un verdadero cuprato de potasa ó de sosa, del cual las lavaduras no pueden nunca estraer las dos ó tres centésimas del alcalí que se halla combinado con el óxido de cobre.

Lo mismo sucede al poco mas ó menos con los óxidos ácidos insolubles que se separan por medio de un ácido de las sales solubles que forman con las bases alcalínas. Generalmente arrastran con ellos una pequeña cantidad del ácido que las precipita, y que en general puede evaluarse por uno ó dos centésimos. Lo que acabamos de decir con respecto á las bases puede tambien aplicarse aqui, porque es evidente que el ácido precipitado es mas débil que el ácido precipitante, y que con respecto á éste, puede el primero hacer el papel de base. Muy bien puede espulsarse esta pequeña cantidad de ácido estraño calcinando el compuesto que se quiere obtener, siempre que su naturaleza le permita, porque el ácido precipitante es volátil generalmente. En el caso contrario es necesario recurrir á numerosas lavaduras. Todos estos procedimientos son imperfectos, por lo cual deben evitarse siempre que las circunstancias lo permitan. Por ellos, sin embargo, se

obtienen los ácidos molibdico, colómbico, tungetico etc.

807. Los óxidos pueden estraerse de los carbonatos por medio del calor bien sean estos carbonatos naturales bien artificiales, descomponiendo las sales solubles que los constituyen por los carbonatos de potasa, sosa y amoniaco. Todos los carbonatos pueden servir para la preparacion de los óxidos á escepcion de los de potasa, sosa y barita que son irreducibles por el fuego.

La operacion se ejecuta en un crisol ó en una retorta segun es necesario preservar mas ó menos al óxido del contacto del aire. El fuego se continua hasta que el resíduo deje de hacer efervescencia por la adicion de un ácido.

La descomposicion de los nitratos por el fuego es un medio muy á prepósito para producir los óxidos puros; podrá emplearse en la mayor parte de los casos, porque casi todos los óxidos se combinan con el ácido nítrico; sin embargo, este procedimiento no se usa sino para la preparacion de la barita, la estronciana, el bi-óxido de cobre y el de mercurio. En general se hace uso de una retorta para calcinar los nitratos de barita y de estronciana. El calor debe continuar interin se observe desprendimiento de oxígeno ó de vapores nitrosos: este calor debe ser bastante intenso para que la descomposicion sea completa. Si la operacion se detiene demasiado pronto, la barita quedará mezclada con una parte de hipo-nitrito sin descomponer. Se reconoce que se halla en este estado, si al rociarla con agua no hay desarrollo de calor, ni se desmorona; este efecto puede ser tambien debido á que se forma en esta calcinacion deutóxido de bario que no se descompone sino á una temperatura elevada, y que tampoco se calienta cuando se deslie en el agua. La barita por el contrario, cuando está preparada de un modo conveniente

absorve el agua con tanta energía que puede hacerse luminosa cuando se vierte sobre ella este líquido gota á gota.

Por la accion del ácido nítrico sobre los metales pueden obtenerse directamente algunos óxidos que no se disuelven á causa de su tendencia ácida. Estos son el ácido estánico y el ácido antimonioso; pero para obtener puros estos óxidos es preciso calcinarlos; sin esta precaucion siempre retienen ácido nítrico, porque son susceptibles de hacer el papel de una base débil con respecto á este ácido.

La accion del ácido nítrico sobre los metales y en particular sobre el estaño es de las mas activas.

Para que esta accion se verifique es necesario sin embargo, que el ácido no este demasiado concentrado; si esparce vapores al aire será nula enteramente; unos hechos semejantes se advierten en la reaccion del ácido sulfúrico concentrado sobre el zinc y sobre el hierro. Si el ácido esta concentrado, la accion es nula ó poco activa, y por el contrario si el ácido esta dilatado en agua. En este último caso se comprende el fenómeno mejor que en el primero, porque aqui el agua se descompone , mientras que en el otro la oxidacion del metal no puede efectuarse sino á espensas del ácido únicamente; no haciendo el agua sino un papel secundario.

Dos óxidos, el peróxido de plomo y el óxido de cromo, se preparan por unos procedimientos diferentes de los que acabamos de indicar.

El peróxido de plomo se obtiene tratando el mínio por un ácido ; generalmente se emplea el ácido nítrico. El minio parece ser una combinacion de protóxido y de peróxido de plomo, que se separa por el ácido. La reaccion se produce á la temperatura ordinaria ; pero para asegurarse que se ha

efectuado completamente, se calienta el licor al grado de la ebullicion.

El óxido de cromo resulta de la calcinacion del cromato de mercurio. El ácido crómico á la temperatura roja abandona una parte del oxígeno que contiene, y que se desprende con los elementos del óxido de mercurio.

En fin, hay otro procedimiento que se emplea para la preparacion de los peróxidos, y que origina unos productos que no se hubieran obtenido por otros medios. Este es el empleo del agua oxigenada ó deutóxido de hidrógeno. El óxido debe emplearse en disolucion si es soluble; se vierte sobre él un esceso de deütóxido de hidrógeno dilatado en agua, y el peróxido se precipita muchas veces bajo la forma cristalina. Asi es como se obtienen los bi-óxidos de calcio y de estroncio. Los de zinc, de niquel y el tritóxido de cobre se obtienen tambien por medio del deutóxido de hidrógeno, que se hace obrar sobre los hidratos de protóxido de zinc, de protóxido de niquel y de bi-óxido de cobre.

CAPITULO IV.

ACCION DEL CLORO SOBRE LOS METALES. — CLORUROS METÁLICOS EN GENERAL.

308. La accion del cloro sobre los metales es todavia mas enérgica que la del oxígeno. Todos los metales son atacados en frio por el cloro, y muchas veces con desprendimiento de calor y luz. Aquellos que no pueden en frio inflamarse en el cloro, lo efectuan elevando lo conveniente la temperatura. En todos estos casos se forma un cloruro metálico. Como todos los cloruros son fusibles á una temperatura

bastante baja, y la mayor parte son tambien volátiles, nada se opone en general á que continúe la accion, que una vez escitada continúa propagándose por sí misma hasta que todo el metal ó el cloro se han consumido. De aqui resulta que el cloro húmedo no ejerce en general una accion mucho mas viva sobre los metales que cuando está seco. A pesar de que la mayor parte de los cloruros sean solubles en el agua, la presencia de este líquido solo puede ejercer una influencia muy débil, puesto que por una parte al formarse los cloruros volátiles dejan en descubierto al resíduo metálico, y que los cloruros fusibles hacen otro tanto, mientras que por otra ejerciéndose la accion en frio en la mayor parte de los casos, no tiene el cloro necesidad de una condensacion anterior, ó del auxilio de un estado eléctrico particular, como se verifica relativamente al oxígeno.

La tendencia del cloro á unirse á los metales no puede medirse por los procedimientos puestos en uso con respecto al oxígeno. Asi es, todos los cloruros se forman á la temperatura ordinaria, y son muy pocos los que se descomponen á una temperatura elevada. Pero sin embargo, con algunas modificaciones pueden llegarse á obtener resultados muy satisfactorios.

Asi los cloruros de la última seccion se descomponen todos á una temperatura elevada á escepcion del cloruro de plata. Este metal que bajo tantos aspectos se diferencia de los que contiene la última seccion, se aproxima por este caracter al plomo, al cual se asemeja ademas bajo otras muchas relaciones. Los metales de la última seccion son incapaces de trasformarse en cloruros por la accion combinada del oxígeno y del ácido hidro-clórico á la temperatura ordinaria.

Los metales de la cuarta y quinta seccion podrán por el

contrario producir cloruros por la accion simultánea del oxígeno y del ácido hidro-clórico humedecidos á la temperatura ordinaria; pero son incapaces de descomponer al ácido hidro-clórico seco ó disuelto en agua.

Los metales de la primera y probablemente los de la segunda seccion descomponen al ácido hidro-clórico; pero mientras el cloro desaloja al oxígeno de los protóxidos de la primera seccion no tiene igual influencia con los de la segunda esceptuando la magnesia.

Estos detalles bastan para demostrar que la tendencia que manifiestan los metales de unirse al cloro, sigue en general las mismas leyes que las que tienen para unirse con el oxígeno. Sin embargo, hay una diferencia muy marcada con relacion á la primera y segunda seccion.

Este punto lo trataremos definitivamente en las secciones siguientes.

1.° Metales que descomponen el ácido hidro-clórico seco.	y cuyos protóxidos son descompuestos por el cloro....................	1.ª *Seccion.*
	y cuyos óxidos no son descompuestos por el cloro....................	2.ª *Seccion.*
	y cuya accion sobre el ácido hidroclórico seco, no se verifica sino por medio de una temperatura elevada......	3.ª *Seccion.*
2.° Metales que no pueden descomponer el ácido hidroclórico sino con el auxilio del agua y el oxígeno		4.ª y 5.ª *Seccion.*

3.° Metales cuyos cloruros se descomponen por el calor...................... 6.ª *Seccion*, menos la plata.

809. Las reflexiones precedentes y las consecuencias á que nos conducen basta para demostrar que rara vez debemos hallarnos en el caso, cuando queremos producir los cloruros, de recurrir de una manera necesaria á unos artificios análogos á los que forzosamente hay que emplear para producir los óxidos. Mas adelante indicaremos los numerosos procedimientos aplicables á la preparacion de los diversos cloruros; por ahora nos bastará espresar aqui en algunas palabras las reacciones que han podido observarse con respecto al cloro condensado.

Este cuerpo se emplea bajo tres formas; en el estado de agua régia, en él de ácido hidro-clórico y en el estado de cloruro metálico.

La accion del agua régia ha sido ya analizada; hemos observado que en todos los casos puede referirse á la del mismo cloro; pero como en este compuesto se halla muy condensado, puesto que se ofrece líquido al metal, la accion es generalmente muy viva. El agua régia se emplea para clorurar los metales de la última seccion, tal como el estaño, cuando se quiere trasformar en bi-cloruro. Su accion es realmente la misma que la del cloro, escepto la rapidez ó energía que segun el caso puede favorecer al cloro gaseoso ó al agua régia.

El ácido hidroclórico líquido presenta tambien el cloro muy condensado; pero como está empeñado en una combinacion fuerte, solamente los metales de las tres primeras secciones pueden apoderarse de él. El hidrógeno en este caso

queda en libertad. Los metales de la cuarta y de la quinta seccion con el concurso del oxígeno dan lugar á la formacion de agua y de un cloruro; pero esta accion que solo se ejerce con las materias húmedas, es por otra parte tan lenta que rara vez se hace uso de ella; por lo demas, es evidente que este solo es un caso particular de las oxidaciones ejecutadas por el concurso del agua, del aire y de un ácido, porque puede concebirse que el metal se oxida desde luego, y que el óxido formado obra en seguida sobre el ácido hidroclórico.

Los metales pueden tambien clorurarse á espensas del cloro de los cloruros metálicos. Esto es lo que se verifica en casos muy numerosos, en que se descompone por los metales de las primeras secciones el bi-cloruro de mercurio.

En fin, el cloro ataca mejor á los metales, cuando se combina su accion con la de un cloruro ácido ó básico. Se trata entonces de formar un cloruro doble, y se mezcla el metal con el cloruro de potasio, por ejemplo, cuando debe formar un cloruro ácido; si por el contrario, el metal debe producir un cloruro básico, podrá añadirse un cloruro ácido, tal como el bi-cloruro de mercurio, el cloruro de oro, el de platino, etc. Las fuerzas puestas en juego son análogas á las que obran en los casos examinados anteriormente, en los cuales se han puesto los metales en contacto con el oxígeno de las bases ó de los ácidos. M. Berzelius ha tomado este punto de vista de una manera muy ventajosa, cuando ha pretendido convertir en cloruros á ciertos metales de la última seccion de una manera pronta y completa. La adicion de un cloruro bien elegido presenta en este caso una ventaja particular, y el nuevo cloruro al combinarse con él adquiere mas estabilidad.

Despues de haber definido las condiciones generales de la accion del cloro sobre los metales, nos falta examinar los cloruros bajo el aspecto de su clasificacion química, de sus propiedades y de su composicion; y ademas debemos hacer conocer los numerosos procedimientos, por los que llegamos á obtenerlos.

810. *Clasificacion.* — Los cloruros lo mismo que los óxidos, se dividen en muchas clases bien distintas, á saber: los *cloruros básicos*, los *cloruros ácidos*, los *cloruros indiferentes* y los *cloruros salinos*. En general los cloruros de estas diversas clases corresponden á los óxidos, que bajo los mismos nombres acabamos de distinguir, y pueden formarse las mas veces, tratando estos mismos óxidos por el ácido hidro-clórico.

Pero en tanto que para las cuatro clases indicadas vemos á los cloruros repetir con una fidelidad digna de atencion, todos los compuestos que origina el oxígeno, se observa con admiracion que los óxidos singulares no presentan jamás cloruros correspondientes por la composicion ó por las propiedades. Los óxidos singulares tratados por el ácido hidro-clórico, producen siempre un desprendimiento de cloro y un cloruro inferior, ó bien este mismo y un peróxido de hidrógeno. No se ha podido por ningun otro procedimiento, combinar el cloro en las proporciones que convendrian á esta clase de cuerpos. Su combinacion se verifica siempre en una proporcion mayor ó menor que esta. Cualquiera que sea la causa de este fenómeno, es demasiado general para que hayamos debido llamar la atencion sobre él.

Juntemos á esto, que entre las investigaciones de química general, dignas de ser examinadas, las que tengan por objeto el descubrimiento de los cloruros singulares

merecerán una atencion particular, en este sentido tales cuerpos tendrán sin duda reacciones análogas á las de los óxidos correspondientes, y conducirán por esto mismo á producir un percloruro de hidrógeno análogo al agua oxigenada.

Véase aqui la tabla de los cloruros conocidos.

TABLA DE LOS CLORUROS METALICOS.

Nombre del cloruro.		Composicion y naturaleza del cloruro.			
		Acido.	Básico.	Indiferente.	Singular ó salino.
Primera seccion.					
Calcio	Cloruro	....	Ca $cl.^2$		
Estroncio	id	....	Es $cl.^2$		
Bario	id	....	Ba $cl.^2$		
Litio	id	....	Li $cl.^2$		
Potasio	id	....	K $cl.^2$		
Sodio	id	....	N $cl.^2$		
Segunda seccion.					
Magnesio	id	....	Mg $cl.^2$		
Itrio	id	....	....	I $cl.^2$	
Glucino	id	....	....	G $cl.^3$	
Aluminio	id	....	....	Al $cl.^3$	
Zirconio	id	....	....	Zr $cl.^3$	

TABLA DE LOS CLORUROS METÁLICOS.

Nombre del cloruro.		Composicion y naturaleza del cloruro.			
		Acido.	Básico.	Indiferente.	Singular ó salino.
Tercera seccion.					
Manganeso	Cloruro	....	$Mn\ cl.^2$		
Id	Percloruro	$Mn^2 cl.^5$			
Zinc	Cloruro	....	....	$Zn\ cl.^2$	
Hierro	Cloruro	....	$Hie\ cl.^2$		
Id	Sesqui-cloruro	....	....	$Hie\ cl.^3$	
Estaño	Cloruro	....	....	$Es\ cl.^2$	
Id	Bi-cloruro	$Es\ cl.^4$			
Cadmio	Cloruro	....	$Cd\ cl.^2$		
Cobalto	id	....	....		
Niquel	id	....	....		
Cuarta seccion.					
Arsénico	Cloruro	$Ar\ cl.^3$			
Cromo	Cloruro	....	....	$Cr\ cl.^3$	

Id.	Percloruro	Cr. cl.^{6}			
Molibdeno	Cloruro	Mo cl.^{6}			
Tungsteno	Cloruro	W cl.^{6}			
Tántalo	Id.	Ta cl.^{6}			
Antimonio	Cloruro	....	....	Sb ce.^{3}	
Id.	Percloruro	Sb cl.^{6}			
Urano	Cloruro	....	....	U cl.^{3}	
Cerio	Cloruro	....	....	Ce cl.^{2}	
Id.	Sesqui-cloruro	....	....	....	Ce cl.^{3}
Titano	Cloruro	Ti cl.^{4}			
Bismuto	Cloruro	....	....	Bi cl.^{3}	
Cobre	Cloruro	....	Co cl.		
Id.	Bi-cloruro	....	....	Co cl.^{2}	
Teluro	Cloruro	Te cl.^{4}	....		
Plomo	Cloruro	....	....	Pl cl.^{2}	

Quinta seccion.

Mercurio	Cloruro	....	....	....	Hg cl.
Id.	Bi-cloruro	....	....	Hg cl.^{2}	
Osmio	Cloruro	....	....	Os cl.^{2}	
Id.	Sesqui-cloruro	....	....	Os cl.^{3}	
Id.	Bi-cloruro	Os cl.^{4}			

TABLA DE LOS CLORUROS METALICOS.

Nombre del cloruro.		Composicion y naturaleza del cloruro. Acido.	Básico.	Indiferente.	Singular ó salino.
Id.	Percloruro	$Os\ cl^{6}$			
Rodio	Cloruro	....	$R\ cl.^{2}$		
Id.	Deuto-cloruro	....	....	....	$R\ cl,^{2}+R\ cl.^{3}$
Id.	Percloruro	....	....	$R\ cl.^{3}$	
Sesta seccion.					
Plata.	Cloruro	....	....	$Pl\ cl.^{2}$	
Paladio.	Cloruro	....	....	$Pd\ cl.^{2}$	
Id.	Percloruro	$Pd\ cl.^{4}$			
Oro.	Cloruro	....	....	$Au\ cl.^{3}$	
Platino.	Cloruro	....	....	$Pt\ cl.^{2}$	
Id.	Percloruro	$Pt\ cl.^{4}$			
Iridio.	Cloruro	....	....	$Ir\ cl.^{2}$	
Id.	Sesqui-cloruro	....	....	$Ir\ cl.^{3}$	
Id.	Bi-cloruro	$Ir.\ cl.^{4}$			
Id.	Percloruro	$Ir\ cl.^{6}$			

811. Al lado de de esta tabla, debemos colocar como lo hemos hecho para los óxidos, la tabla de los cloruros, ordenados segun su tendencia química. Pondremos en primer lugar los mas básicos, continuando hasta los mas ácidos. Esta tabla ofrece al poco mas ó menos la situacion relativa de los cloruros conocidos; mas para que esta situacion fuera bien exacta, seria necesario hacer un gran número de investigaciones que no pueden practicarse sin mucha dificultad en el estado actual de la ciencia.

Tabla de los cloruros colocados segun el orden de su tendencia química.

Cloruros de potasio.......	K Cl^2
—de sodio.........	Na Cl^2
—de litio..........	Li Cl^2
—de bario.........	Ba Cl^2
—de estroncio	Es Cl^2
—de calcio........	Ca Cl^2
—de mangnesio..	Mg Cl^2
—de hierro........	Hic Cl^2
—de manganeso..	Mn Cl^2
—de cadmio	Cd Cl^2
—de cobalto	Cb Cl^2
—de cobre	Co Cl^2
—de niquel	Ni Cl^2
—de plomo........	P Cl^2
—de plata.........	Pl Cl^2
—de glucino......	G Cl^3
—de aluminio.....	Al Cl^3
—de circonio	Cr Cl^3

—de antimonio...	$Sb\ Cl^3$
—de bismuto.....	$Bi\ Cl^3$
Bi-cloruro de mercurio...	$Hg\ Cl^2$
Sesqui-cloruro de hierro.	$Hic\ Cl^3$
Cloruros de paladio......	$Pd\ Cl^2$
—de rodio.........	$R\ Cl^2$
—de osmio........	
—de iridio........	$Au\ Cl^2$
—de oro...........	
—de platino.......	$Pt\ Cl^2$
Per-cloruro de paladio....	$Pd\ Cl^4$
—de rodio......	$R\ Cl^3$
—de platino....	$Pt\ Cl^4$
Bi-cloruro de estaño......	$Es\ Cl^4$
Cloruro de titano..........	$Ti\ Cl^4$
Cloruro de arsénico.......	$Ar\ Cl^3$
—de molibdeno.....	$Mo\ Cl^6$
—de tungsteno.....	$W\ Cl^6$
Per-cloruro de antimonio..	$St\ Cl^6$
—de manganeso.	$Mn\ Cl^5$
—de cromo......	$Cr\ Cl^6$

812. La tabla que precede no presenta sino un pequeño número de cloruros salinos. No quiere decir esto que estos cuerpos sean raros ó difíciles de producir, sino que la atencion de los químicos no se ha fijado sobre ellos hasta estos últimos tiempos, y han podido confundirse algunas veces con algunos de entre los verdaderos cloruros á los cuales se asemejan mas. Esta seccion se aumentará en lo sucesivo, y su estudio servirá para esplicar muchos fenómenos oscuros todavia. La clase de los cloruros por un examen mas profundo debe pues adquirir

otras muchas nuevas especies. Efectivamente, estas clases de compuestos corresponden casi siempre por sus proporciones á uno de los óxidos del metal de que han hecho parte, y como se conocen muchos mas óxidos que cloruros parece que faltan muchos mas cuerpos de esta clase por descubrir, y todo conduce á pensar que estos deben ser realmente los mas interesantes por sus caracteres y reacciones que faltan todavia á la ciencia.

813. *Composicion.*—La composicion de los cloruros puede espresarse de una manera sencilla, asi como la de los bromuros, ioduros y fluoruros que tanta analogía tienen con ellos. Estas composiciones corresponden las mas veces á uno de los óxidos del metal que contienen, es decir, que la cantidad de hidrógeno que bastaria para trasformar el oxígeno del óxido en agua, será suficiente para formar exactamente el ácido hidroclórico con el cloro del cloruro, el ácido hidro-iódico con el iodo del ioduro, etc.; en lo que se advierte que el número de los átomos de cloro, bromo, iodo y fluor es siempre necesariamente doble del de oxígeno que se halla en los óxidos correspondientes á los cloruros, bromuros, ioduros y fluoruros; para comprender bien esta ley basta tener presente que dos átomos de hidrógeno solo exigen uno de oxígeno para formar agua y dos átomos de cloro, bromo, iodo ó fluor para formar los hidrácidos.

De esta ley resultan unas aproximaciones que es preciso conocer. Vamos á esponerlas tomando el cloro por ejemplo. Todo lo que vamos á decir debe aplicarse igualmente al bromo, al iodo y al fluoro.

814. Supongamos que un cloruro descompone el agua; muchos casos pueden presentarse, pero el mas general y sencillo consiste en la trasformacion del metal en óxido y el cloro en

ácido hidro-clórico; las proporciones son fáciles de establecer.

Productos empleados.		Productos obtenidos.	
1 át cloruro.=	1 át. metal. 2 át. cloro.	1 át. óxido ....=	1 át. metal. 1 át. oxigeno.
2 át. agua..=	2 át. hidróg. 1 át. oxig.	4 át. ácido hidro-clórico.=	2 át. hidróg. 2 át cloro.

De donde resulta evidentemente que el cloruro descompondrá siempre tantos átomos de agua, cuantos él contiene de cloro, y que producirá un óxido que contendrá todo el oxígeno del agua descompuesta.

Si por el contrario se hace obrar al ácido hidro-clórico sobre un óxido, y se forma agua y un cloruro, lo que sucede ordinariamente, bastará invertir la tabla para representar esta nueva reaccion. Entonces cada átomo de oxígeno en el óxido exige cuatro de ácido hidro-clórico para formar dos de agua y uno de un cloruro que tenga dos átomos de cloro.

815. La accion de los cloruros sobre el agua no siempre es tan sencilla. En efecto, podemos concebir que el óxido que se forma sea susceptible de combinarse con el cloruro que se emplea. Entonces una porcion de cloruro descompondrá el agua como acabamos de establecer; se formará cierta cantidad de ácido hidro-clórico, quedará libre el metal, y al mismo tiempo una porcion de un compuesto de óxido y de cloruro sin destruir. Es necesario para que este caso se realice que el cloruro pueda jugar el papel de ácido; asi no debemos esperar que se verifiquen tales reacciones, sino cuando el metal es de

naturaleza electro negativa. Los cloruros de antimonio, de bismuto etc., producirán por ejemplo esta clase de compuestos. En igual caso se hallarán los bromuros, los ioduros y los fluoruros, si no con estos metales al menos con los metales análogos.

Podrá suceder tambien que combinándose el hidrácido producido con una porcion del cuerpo empleado, le preserve de la accion del agua, entonces este será el óxido que quedará libre, y se formará un hidro-clorato de cloruro, un hidro-fluato de fluoruro etc. Esto sucede con el fluoruro de boro y el fluoruro de silicio, y si no se conoce un compuesto metálico que dé los mismos resultados, consiste tal vez en no haber examinado con la perfeccion debida aquellos que pueden ofrecer esta clase de reaccion. Bien entendido que la porcion de cuerpo que descompondrá el agua, obrará siempre como hemos dicho anteriormente conforme á la reaccion atómica.

Mas adelante volveremos á tratar de la accion que el agua puede ejercer con respecto á estos cuerpos. Lo que acamos de observar basta para establecer las reglas exactas relativas á su composicion, y de las cuales tendremos necesidad en el exámen de sus caracteres generales.

816. *Estado.*—El estado de los cloruros varia; los unos son sólidos á la temperatura ordinaria componiendo estos el mayor número; otros son líquidos en las mismas circunstancias; y por último hay algunos que son aproximadamente gaseosos.

Sobre este punto puede hacerse una advertencia que merece alguna atencion. El átomo de fluor es el mas ligero; á éste sigue el del cloro, despues el de bromo y por último el de iodo. Luego la tendencia de estos cuatro cuerpos á

producir combinaciones volátiles esta precisamente en razon inversa del peso de sus átomos.

Efectivamente, todos los ioduros son sólidos; la mayor parte de los bromuros lo son tambien. Entre los cloruros los de estaño, de titano, de cromo y de manganeso son líquidos; y entre los fluoruros se vuelve á encontrar este mismo caracter en los compuestos correspondientes con una volatilidad que parece mayor que la de los cloruros.

Todos los cloruros aun aquellos que se hallan en el estado líquido son mas pesados que el agua.

Los cloruros sólidos son todos inodoros; pero los líquidos exalan unos vapores dotados de un olor muy penetrante.

El sabor de los cloruros es muy variable; el de plata únicamente carece de esta propiedad á causa de ser completamente insoluble.

817. *Accion del fuego.*—Todos estos cuerpos son fusibles á una temperatura mas ó menos elevada. Hay algunos que son líquidos á la temperatura ordinaria; otros que exigen un calor rojo muy vivo para fundirse. La mayor parte son volátiles, y si hay algunos que apenas presentan esta propiedad á una temperatura muy elevada y bajo la influencia de una corriente de gas, ofrecen al menos señales evidentes de sublimacion. Los percloruros con respeto al mismo metal son en general mas fusibles y volátiles que los cloruros.

La mayor parte de estos cuerpos son inalterables por el calor. Los compuestos producidos por el oro, el platino, el sodio, el iridio y el paladio, son los únicos que se destruyen por el fuego; en este caso el metal queda puro, el cuerpo eléctrico negativo se desprende, con tal que la temperatura sea bastante elevada.

818. *Porpiedades químicas.* — Muchos cuerpos pueden

obrar sobre los cloruros, ya sea apoderándose del cloro, ya apoderándose del metal, ó ya uniéndose á ellos sin descomponerlos. Como los cloruros juegan un gran papel en la química inorgánica, por otra parte su estudio hará facil el de los bromuros, ioduros, fluoruros, y aun el de los sulfuros y seleniuros, y es necesario por lo tanto hacerle con toda la claridad de que es susceptible.

Entre los cuerpos simples hay algunos que obran sobre los cloruros, por la afinidad que tienen con el cloro, y en este caso la clasificacion de los metales permite las mas veces representar los fenómenos con bastante facilidad. Hay otros que obran al contrario, con afinidad con el metal, y entonces los resultados no parecen muy susceptibles de generalizarse, conformándose con la clasificacion de los metales; pero pueden serlo recurriendo á la clasificacion de los mismos cloruros. Haremos, pues, simultáneamente uso de estos dos medios de clasificar, como ya hemos ejecutado en el estudio de los óxidos.

819. *Accion de los cuerpos no metálicos.*—El carbono, el boro, el silicio y el azoe, no tienen accion sobre los cloruros. Sin embargo, el boro y el silicio obrarán necesariamente sobre estos compuestos cuando sean destructibles por el fuego, y entonces se conducirán con ellos como lo harian con respecto al cloro.

El hidrógeno descompone todos estos cuerpos á una temperatura mas ó menos elevada, esceptuando los que tienen por base metales alcalinos ó terrosos, es decir, los metales que pertenecen á las dos primeras secciones. El hidrógeno se apodera del cloro, forma ácido hidro-clórico, y deja el metal en descubierto. La accion de este cuerpo es tan poderosa, que se verifica á una temperatura muy baja sobre los

compuestos formados por la plata, el oro y los metales análogos.

El oxígeno dista mucho de tener una accion tan general. Aun es difícil establecer alguna regla sobre este punto, porque la accion no es la misma sobre los diversos cloruros formados por el mismo metal.

Cuando la accion se verifica, el metal se oxida, y el cloro que se hallaba combinado con él, queda en libertad. Esceptuando los cloruros de las dos últimas secciones que no se pueden descomponer por el oxígeno, puesto que los metales que los constituyen no se combinan, ó se combinan difícilmente con este gas, puede admitirse en general que el oxígeno no tiene accion sobre los cloruros básicos, y que por el contrario, descompone los cloruros ácidos y la mayor parte de los indiferentes. Pero muchas veces la accion debe ser incompleta por causa de la formacion de un compuesto de cloruro y de óxido sobre el que el oxígeno deja de obrar.

820. No se conoce la accion del fluor sobre los cloruros, pero puede presumirse que este cuerpo desalojará las mas veces al cloro. Sin embargo, el cloro parece susceptible de espulsar al fluor de algunas de sus combinaciones y en particular del fluoruro de mercurio.

Se sabe que el cloro roba los metales á todos los bromuros é ioduros, formando cloruros con estos metales y dejando al bromo y al iodo en libertad; y que cuando el cloro está en esceso puede formar ademas cloruro de bromo y cloruro de iodo. De estos hechos se saca por consecuencia que el bromo y el iodo no podrán descomponer los cloruros sino á favor de circunstancias particulares; en el caso, por ejemplo, de emplear un cloruro que pasando al estado de percloruro ceda una parte de su metal al bromo ó al iodo.

El azufre, el selenio, el fósforo y el arsénico no tienen accion sobre los cloruros que pertenecen á la primera y segunda seccion; pero cuando se opera sobre compuestos formados por metales menos positivos que estos, puede suceder que la tendencia de estos cuerpos á unirse á la vez con el metal y el cloro determine la reaccion. Por este medio el percloruro de cromo se descompone en frio por el azufre. En esta reaccion se forma cloruro de azufre y sulfuro de cromo. La accion es bastante viva para ocasionar un desprendimiento de luz. El percloruro de manganeso obra probablemente de la misma manera. Muchas veces no suele ser necesaria esta doble influencia. Asi es que el fósforo y el arsénico pueden uno y otro descomponer el cloruro de mercurio, dejar el metal en libertad, y formar cloruros de fósforo ó de arsénico. Esto manifiesta que el mercurio, el fósforo y el arsénico tienen unas tendencias casi iguales á unirse con el cloro, y que la reaccion se determina por la diferencia de volatilidad de los compuestos que pueden producirse. Los cloruros de fósforo y de arsénico son efectivamente mucho mas volátiles que el cloruro de mercurio.

821. *Accion de los metales.*—La accion de los metales sobre los cloruros está bastante bien espresada por la clasificacion de los metales en secciones. En efecto, los metales de la primera seccion descomponen bien á todos los cloruros de las secciones siguientes, continuando por este órden las demas secciones, salvo alguna escepcion que parece debida á circunstancias estrañas de la reaccion. Hace mucho tiempo que se ha sacado un partido muy ventajoso de esta clase de fenómeno para obtener todos los cloruros volátiles de la cuarta seccion, descomponiendo el bi-cloruro de mercurio por los metales que se quieren clorurar. Recientemente se ha hecho

uso del mismo principio en sentido inverso para obtener los metales de la segunda seccion, descomponiendo sus cloruros por el potasio.

822. Al obrar los cuerpos compuestos sobre los cloruros pueden ocasionar fenómenos muy variados que se pueden sin embargo prever las mas veces teniendo cuenta: 1.°, de la tendencia del cloruro y de la del cuerpo que se emplea; 2.°, de la tendencia de los elementos del cloruro, y de la que tienen los del cuerpo que se pone en contacto con él.

Vamos á reunir aquí los principales hechos que se han abservado con respecto á este particular.

823. *Accion del agua.*—Ya hemos manifestado la opinion que nos parece mas probable, relativamente á la accion que el agua ejerce sobre los cloruros (LXIX). No obstante, como este punto presenta algunas dificultades, y en general se le atribuye una importancia que está muy lejos de merecer sin duda, creemos útil el entrar en algunos detalles mas.

Todos los químicos estan de acuerdo sobre los hechos, y estos pueden clasificarse bajo las cuatro divisiones siguientes:

1.° La mayor parte de los cloruros se disuelven en el agua; el cloruro de plata y el de mercurio no son solubles en este líquido; el cloruro de plomo se disuelve en pequeña cantidad.

2.° El agua descompone los cloruros de bismuto y de antimonio; se forma por esta accion un precipitado blanco que contiene óxido y cloruro; en el licor queda ácido hidroclórico que retiene un poco de óxido.

3.° Los cloruros indiferentes de la segunda, tercera y cuarta seccion se disuelven en el agua; pero se descomponen cuando se trata de hacerlos pasar al estado sólido por la eva-

poracion. Entonces se produce ácido hidro-clórico que se desprende, y un óxido que queda por resíduo; en igual caso se hallan los cloruros ácidos.

4.° Los cloruros básicos y los cloruros indiferentes de la quinta y sesta seccion, pueden reproducirse por la evaporacion simplemente despúes de haberse disuelto en el agua; en esta circunstancia no se verifica ni desprendimiento de ácido hidro-clórico, ni formacion de óxido.

824. Admitido esto, ¿es necesario concluir que todos los cloruros pueden descomponer el agua y producir ácido hidro-clórico y un óxido que permanece unido bajo forma de sal? ¿O es preciso considerar todos los cloruros como unos cuerpos que se disuelven pura y simplemente en el agua sin alterarla, á escepcion de los cloruros de bismuto y de antimonio que reaccionan de una manera evidente sobre este líquido? ¿O bien, en fin, se deben dividir los cloruros en dos clases admitiendo que los unos descomponen el agua y los otros se disuelven en ella sin descomponerla? Tales son las cuestiones que se pueden suscitar; veamos los argumentos que cada una de estas cuestiones hace valer en su favor.

825. Nos vemos conducidos á imaginar que todos los cloruros descomponen el agua, considerando que esta descomposicion es evidente para los cloruros de bismuto y de antimonio á la temperatura ordinaria, y que no lo es menos por medio de la evaporacion para los cloruros de aluminio, el percloruro de hierro, etc. Pero en el primer caso se forma un compuesto particular que puede ejercer una influencia poderosa sobre la produccion del fenómeno.

En el segundo caso no siendo posible la descomposicion del agua hasta el momento de la destruccion del compuesto, no puede concluirse que sea realizada antes del momento en

que el ácido hidro-clórico y el óxido metálico aparecen separados uno de otro.

La existencia de los hidro-cloratos parece muy probable cuando se recuerda á la memoria que el ácido hidro-clórico se combina evidentemente con el amoniaco y constituye de este modo un hidro-clorato, sobre el cual no puede quedar la menor duda, y por otra parte presenta una multitud de propiedades que le son comunes con los cloruros básicos. Pero la dificultad queda intacta cuando se reflexiona sobre la naturaleza particular del amoniaco, y cuando se advierte que por la descomposicion recíproca de este cuerpo y del ácido hidro-clórico se obtendrá siempre amoniaco y ácido hidro-clórico. Los elementos estan, pues, aqui en un estado de equilibrio que no se reproduce probablemente de una manera absoluta entre todos los óxidos y el ácido hidro-clórico, ó bien entre todos los cloruros y el agua.

En fin, M. Crevreus ha hecho observar que todos los cloruros solubles en el agua ofrecen en el estado de disolucion colores semejantes ó análogos á los de las sales formadas por los óxidos correspondientes. Por esto el cloruro de hierro disuelto es verde como las sales de protóxido de hierro; por esto tambien el sesqui-cloruro de hierro en disolucion es amarillo, como lo son todas las sales de sesqui-óxido de hierro. Esta analogía constante podrá servir algun dia para terminar la dificultad que nos ocupa; mas por ahora las ideas que podemos tener sobre la coloracion de los cuerpos son demasiado vagas para poder concluir de ellas cosa alguna.

826. Por otra parte, los partidarios de la hipótesis que repulsa la existencia de los hidro-cloratos, hacen observar que su formacion y destruccion se verifican bajo influencias de-

masiado débiles, para que no puedan presentar algunas dificultades. Efectivamente, los cloruros secos al disolverse en el agua pasarán al estado de hidro-clorato, y sus disoluciones reproducirán cloruros por el solo hecho de la cristalizacion. Ademas, cuando dos cloruros se combinan en seco, producirán un cloruro doble, y si este último es soluble, dará por la simple disolucion un hidro-clorato doble: por este medio podrán obtenerse cloruros, hidro-cloratos; cloruros dobles é hidro-cloratos dobles; esto complica de un modo estraño el estudio y la historia de estos cuerpos. Por otra parte, cuando se comparan los cloruros y los hidro-cloratos, no parece que la diferencia sea mayor que la que se advierte entre las sales anhidras y las sales provistas de agua de cristalizacion; y en muchos casos, aun parece mas débil esta union, puesto que ciertos cloruros al disolverse en el agua producen frio: tales son los cloruros de potasio y de sodio.

Podria responderse á esto que la necesidad de reconocer dos nuevas clases de compuestos, los hidro-cloratos y los hidro-cloratos dobles, no deben tener influencia sobre una cuestion de principios. Los hechos deben pasar siempre antes de las clasificaciones. Estas se limitan á representarlos tal cual ellos son. Por lo demas como es evidente que el paso del estado de cloruro al de hidro-clorato se verifica con facilidad, no es sorprendente que la cristalizacion ó la disolucion, aun considerándolas como fuerzas débiles, puedan efectuar esta trasformacion. Esto sucede precisamente porque el equilibrio entre estos dos estados de moléculas es muy poco estable, en que no podemos con facilidad descubrir su situacion real, y en que las fuerzas mas débiles pueden modificarla.

827. Como se observan de una y otra parte las objeciones y las respuestas, dejan la cuestion en la misma duda.

Habiendo adoptado una opinion sobre este asunto, hemos debido dar los motivos, ya sea para fijar su naturaleza, ya para demostrar los límites en que deben contenerse las consecuencias que pueden deducirse de ella. Mas para poder concebir bien la teoría de estos fenómenos, es necesario considerar la accion del agua sobre los cuerpos compuestos de una manera general, y hacer aplicacion de las ideas, á que seremos conducidos por los mismos cloruros.

Se distinguen generalmente tres clases de fenómenos dependientes de la accion del agua sobre los cuerpos. Ya hemos definido lo suficiente la naturaleza de la composicion de este líquido, para que nos sea permitido entrar desde luego en la discusion.

El agua puede obrar como disolvente.

O bien este líquido puede formar combinaciones reales y definidas.

O puede tambien intervenir en los fenómenos por sus elementos, bien sea que se descomponga, bien que se reforme.

La accion de los cloruros sobre el agua, puede ofrecer estos tres órdenes de fenómenos.

828. No es posible discutir en particular la disolucion por el agua, sin considerar este fenómeno bajo un punto de vista mas general; asi tomaremos la cuestion de mas atrás, con el fin de reunir todas las luces que puedan aclarar esta discusion. Se llama disolucion la mezcla en todas proporciones que puede efectuarse entre dos ó muchos cuerpos. Dos cuerpos que se disuelven pueden ser uno sólido y otro líquido, ó bien líquidos los dos, ó por último uno líquido y otro gaseoso.

En todos estos casos es preciso vencer desde luego la cohesion de las moléculas del disolvente, y estas deben sepa-

rarse para recibir al cuerpo disuelto. Si el cuerpo que se ha de disolver es sólido, es necesario ademas, que la cohesion de las moléculas que le constituyen se atenue hasta el punto de hacerla pasar al estado líquido; en fin, si este cuerpo es gaseoso, es preciso destruir al menos en gran parte la fuerza repulsiva que mantiene las moléculas del gas entre sí á una distancia bastante grande. La fuerza en virtud de la cual se efectúa la disolucion, debe por lo tanto ser superior á la cohesion de un líquido y de un sólido, ó bien á la cohesion de dos líquidos, ó en fin, á la cohesion de un líquido y á la repulsion de las partículas de un gas. Esta fuerza se asemeja por su energía á la que determina las acciones químicas; únicamente se diferencia en que no tiene límites en sus efectos aparentes.

829. Nos convenceremos enteramente de que la disolucion se diferencia poco ó nada de la combinacion, si atendemos al estado en que se encuentran las moléculas despues de efectuada. Debe sin duda alguna establecerse un estado de equilibrio, que conduzca las moléculas negativas del cuerpo disuelto, cerca de las moléculas positivas del disolvente, y recíprocamente las negativas de este al lado de las positivas del cuerpo disuelto. Una vez que las primeras moléculas del disolvente se han colocado, determinan el arreglo de todas las que vienen sucesivamente.

Por esto se advierte que en todas las disoluciones las moléculas del disolvente toman una posicion determinada por la naturaleza del cuerpo disuelto; las que estan muy aproximadas, se encuentran, pues, en el mismo caso que si estuvieran combinadas realmente, bien que no sea imposible que á cierta distancia la reaccion del cuerpo disuelto venga á ser insensible; las moléculas del disolvente se dispondrán unas con

respecto á otras como si estuvieran libres, en cuyo caso no habrá ya combinacion.

830. En toda disolucion podrán, pues, distinguirse moléculas combinadas, es decir, dispuestas en un orden determinado por la naturaleza del cuerpo disuelto, y moléculas interpuestas, cuyo arreglo solo estará subordinado á la accion propia de las primeras moléculas del disolvente. Lo que caracterizará la disolucion, será que las últimas moléculas combinadas lo estarán de una manera tan débil, que con respecto á las primeras moléculas interpuestas, se hallarán al poco mas ó menos en las mismas relaciones que si unas y otras estuvieran libres. Siendo el paso gradual é insensible, y la mezcla indefinida, nada habrá que deba sorprender. Admitiendo estas ideas, es muy facil advertir que la cuestion de los cloruros y de los hidro-cloratos, es por decirlo asi una cuestion de palabras: ¿qué importa en efecto, que el cloruro disuelto se considere como un hidro-clorato, si el arreglo de las moléculas es el mismo en las dos suposiciones?

831. Se puede representar un hidro-clorato de la manera siguiente.

Hidrógeno.+0 0— oxígeno.
Cloro......—0 0+ metal.

Admitiendo segun lo que precede, que al disolverse un cloruro en el agua, obliga á las moléculas de este líquido á tomar un arreglo determinado con respecto á las moléculas del cloruro, se hace evidente que las moléculas positivas del agua, se colocarán á la vista de las negativas del cloro, etc. En este caso la colocacion será como lo espresa la figura siguiente.

Hidrógeno..+0   0— oxígeno.

Cloro.......—0   0+ metal.

En estas dos figuras se forma un cloruro disuelto ó un hidro-clorato segun que se pone la barra horizontal ó vertical sin necesidad de cambiar nada en la disposicion de las moléculas de los cuerpos. La única diferencia que puede existir entre estos dos estados tenderá á la separacion de las moléculas en uno ú otro sentido; pero con respecto á esto, ningun dato tenemos que autorice una suposicion que solo tiene un poco de probabilidad. No seria estraño sin embargo que entre un cloruro y el agua la aproximacion molecular fuera del mismo órden que entre el ácido hidro-clórico y un óxido. Pero sea como quiera la cuestion llevada hasta este término nos parece bien colocada, y en tanto que la distancia relativa de las moléculas no sea conocida, la eleccion de las hipótesis podrá parecer indiferente. En lo concerniente á las reacciones químicas si existe realmente esta pequeña diferencia de distancia molecular debe muy bien tener alguna influencia; mas en la actualidad no estamos en disposicion de apreciarla. Lo esencial en el estudio que nos falta hacer es el conocer la posicion recíproca de las moléculas para comprender bien los movimientos, y con respecto á este punto, las dos hipótesis satisfacen igualmente á las circunstancias variadas de los fenómenos conocidos.

832. *Accion de los cuerpos compuestos.*—La accion de estos cuerpos es muy variable. El hidrógeno sulfurado obra sobre ellos cuando estan disueltos en el agua como sobre las sales. Cuando estan secos dan lugar á fenómenos muy dignos de atencion. Lo mismo se verifica con el ácido hidro-iódico, el acido hidro-ciánico y probablemente con el ácido hi-

dro-brómico. Cuando tratemos de los cloruros de estaño, de antimonio, etc., espondremos mas detenidamente estos resultados y los relativos á la accion de los otros compuestos hidrogenados.

El ácido hidro-clórico puede combinarse con algunos cloruros y producir hidro-cloratos y cloruros.

El ácido sulfúrico anhidro no tiene accion sobre los cloruros secos; pero auxiliado por el agua los descompone quedando el agua descompuesta al mismo tiempo. De aqui resulta gas hidro-clórico y un sulfato. Todos los ácidos que tienen un punto de ebullicion superior ó aproximado al del ácido hidro-clórico disuelto, obran del mismo modo.

El ácido nítrico los trasforma en nitratos desprendiendo cloro y ácido nitroso. Sin embargo obra con mucha dificultad sobre los cloruros insolubles, y particularmente sobre el cloruro de plata en el cual no tiene accion.

833. Los óxidos pueden ofrecer con los cloruros efectos muy variados. Los de la primera seccion descomponen la mayor parte de los cloruros de las cinco siguientes. Asi la potasa y la sosa con los cloruros disueltos producen casi siempre un cloruro de potasio ó de sodio y un precipitado de óxido cuando el cloruro contiene un metal susceptible de formar un óxido insoluble. Sin embargo, el óxido de plomo descompone por el contrario al cloruro de sodio, pero se forma en este caso un compuesto de cloro, de oxígeno y de plomo al mismo tiempo que el sodio se oxida.

Los cloruros se combinan fácilmente entre sí y producen por este medio los cloruros dobles. Tambien pueden unirse á los bromuros y á los ioduros cuando las circunstoncias de insolubilidad de uno de los compuestos binarios posibles no determine otra reaccion.

834. *Preparacion.*—En la preparacion de los cloruros metálicos pueden emplearse siete procedimientos diferentes que vamos á esponer.

1.° *Cloro y metal.* El primero y mas sencillo de todos está fundado en la combinacion directa del cloro con el metal. Todos los cloruros se pueden producir de este modo.

Para practicar esta operacion se hace uso de un tubo de vidrio, en el cual se dispersa el metal. Una de las estremidades del tubo recibe una corriente de cloro y la otra se halla unida á una alargadera que conduce el cloro ya sea á un recipiente refrigerado ya á un frasco. Estas precauciones dependen de la volatilidad del cloruro que se produce.

De este modo se preparan los cloruros de arsénico y de antimonio. Cuando se opera sobre este último se calienta ligeramente el tubo, porque siendo este cloruro menos volátil que el del arsénico debe mantenerse fundido para que pueda correr, porque de lo contrario se opondria á la accion del cloro.

La reaccion puede hacerse mas facil mezclado el metal que se quiere atacar con un cloruro ácido ó básico segun la naturaleza del que se quiere producir.

2.° *Agua régia y metal.* El segundo procedimiento vuelve á entrar en el primero, porque tambien está fundado en la accion del cloro sobre los metales. Los aparatos que exige son mas sencillos; pero no puede aplicarse igualmente á la preparacion de todos los cloruros; por ejemplo, á la de aquellos que el agua descompone como el cloruro de estaño. Sabemos que por la accion del ácido nítrico sobre el ácido hidro-clórico se forma el cloro y ácido nitroso. Los vasos que se emplean para esta operacion son ó

balones de vidrio ó cápsulas de porcelana. Se hace hervir el ácido sobre el metal que se quiere atacar, y se renueva hasta que su disolucion sea completa. Entonces se evapora el licor y se deseca el resíduo, si el cloruro es fijo: por este medio se forma el cloruro de oro y el de platino; si el cloruro es volátil se destila el licor en una retorta hasta que empiece á pasar el cloruro; entonces quedan separados los productos y se recoge el cloruro en unos vasos á propósito; sírvanos de ejemplo el cloruro de antimonio.

3.° *Oxidos y cloro.* Algunos óxidos se descomponen por el cloro seco ayudado del calor; el oxígeno es desalojado y se obtiene un cloruro; de este modo pueden producirse los cloruros de magnesio, de tungsteno, etc.

4.° *Oxidos, cloro y carbon.* Cuando el óxido no se descompone por el cloro solamente, se le puede atacar mezclándole con carbon y elevando la temperatura; los productos que se obtienen son óxidos de carbono y cloruro metálico. Por este procedimiento se preparan los cloruros de titano, de aluminio etc. La adicion del carbon hace mucho mas facil la preparacion de los cloruros por el cloro y los óxidos, aun la de aquellos que como el tungsteno, el molíbdeno y el magnesio son suceptibles de descomponerse por el cloro solamente.

5.° *Cloruro y metales.* El bi-cloruro de mercurio es el que se usa comunmente para producir esta reaccion. Puede servir para preparar á la vez los cloruros fijos y los cloruros mas volátiles que él. El metal se pulveriza y mezcla con el cloruro, y la mezcla se calienta en una retorta. Si el cloruro es mas volátil que el de mercurio se desprende dejando en la retorta una amalgama de mercurio; si es fijo es preciso poner un esceso de cloruro de mercurio que será espulsado por

el calor asi como el metal reducido. Este procedimiento se emplea generalmente para la preparacion del bi-cloruro de estaño. Puede servir tambien para obtener los cloruros de antimonio, de arsénico de bismuto, de zinc, etc.

6.° *Acido hidro-clórico y metales.* El ácido hidro-clórico líquido á la temperatura ordinaria ó ayudado por el calor disuelve muchos metales, es decir, los trasforma en cloruros. De esta accion resulta necesariamente un desprendimiento de hidrógeno. Los metales de las tres primeras secciones se trasforman en cloruros por el ácido hidro-clórico. Este procedimiento no se emplea sin embargo, sino para producir los cloruros de hierro, de zinc y de estaño.

7.° *Oxidos, sal marina y ácido sulfúrico.* Cuando se presenta á una temperatura un poco elevada el gas hidro-clórico á un óxido metálico puede haber una descomposicion mútua, produccion de agua y un cloruro; sin embargo, por este procedimiento solo se obtendrán los cloruros que el agua no pueda descomponer inmediatamente. La reaccion será mas general si se añade un cuerpo, cuya codicia por el agua sea grande y su tendencia eléctrica tal, que pueda concurrir á la reunion de sus elementos. Tal es el uso del ácido sulfúrico en la preparacion de los cloruros volátiles por medio del ácido hidro-clórico y de los óxidos independiente de la necesidad de su empleo para poner en descubierto y desecar el gas hidro-clórico. La operacion se practica en una retorta tubulada; se puede ó bien verter el ácido sobre la mezcla de sal marina y óxido, ó hacer caer esta mezcla en porciones sobre el ácido ; ó bien en fin disolver el óxido en el ácido sulfúrico y añadir el cloruro alcalíno por partes. Este último procedimiento es el que se emplea para producir el cloruro gaseoso de manganeso ó percloruro. Se debe en efecto, recurrir á

este medio siempre que se teme el poner á descubierto un esceso de gas hidro-clórico.

8.° *Acido hidro-clórico y sulfuros.*—Los sulfuros que el ácido hidro-clórico puede descomponer son los de las tres primeras secciones, el sulfuro de antimonio y algunos otros. En este caso se desprende gas hidrógeno sulfurado. Hace mucho tiempo que está puesto en uso este procedimiento para obtener el cloruro de antimonio y los cloruros de bario y de estroncio.

9.° *Dobles descomposiciones.*—Los cloruros insolubles se preparan en general por medio de dobles descomposiciones. De este modo es como se produce el cloruro de plata.

CAPITULO V.

Bromuros melálicos.

835. Despues de haber estudiado con detencion la historia de los cloruros, nos queda poco que añadir, porque la de los bromuros se halla en aquella completamente trazada. No puede dudarse, por ejemplo, que los bromuros no deben clasificarse en bromuros ácidos, básicos, indiferentes y salinos, aunque todavia no se haya hecho constar la existencia de ningun bromuro doble.

Los bromuros son generalmente sólidos; no tienen olor, son todos fusibles, y probablemente volátiles la mayor parte. Los de oro y platino abandonan el bromo por la accion del calor.

El cloro desaloja al bromo de todos los bromuros. Si está en esceso produce un bromuro, al mismo tiempo que un cloruro metálico. El bromuro de potasio disuelto en agua no

disuelve mas bromo que el que disuelve el agua pura. Con respecto á esto, el bromo se conduce como el cloro, pero muy distintamente que el iodo. Es probable, sin embargo, que el bromo pueda trasformar á los proto-bromuros en per-bromuros. El iodo no tiene accion sobre los bromuros.

Los únicos bromuros insolubles que se conocen hasta el presente son los de plomo y plata.

836. En general los ácidos descomponen los bromuros; el ácido bórico en seco no tiene accion sobre ellos ; mas por el intermedio del agua y de una temperatura elevada se desprende el ácido hidro-brómico. Cuando se esponen los bromuros á la accion del ácido nítrico , hay un desprendimiento de bromo. Se obtiene á la vez bromo y ácido hidro-brómico con el ácido sulfúrico.

La accion de los óxidos, de los cloruros, ioduros y de los bromuros sobre los bromuros , no ha sido todavia estudiada con detencion , pero debe necesariamente originar fenómenos del mismo órden que los que han sido observados entre los cloruros y los ioduros, en las mismas circunstancias.

837. Los bromuros pueden prepararse por los procedimientos siguientes : 1.° Por la accion del bromo sobre los metales. El antimonio y el estaño se inflaman por su contacto con el bromo. El potasio desarrolla tanto calor al unirse á él, que resulta una violenta detonacion. El bromo ó su disolucion acuosa disuelven al oro. El bromuro de hierro puede prepararse tambien , por la accion directa del bromo sobre el hierro.

2.° *Por doble descomposicion.* El bromuro de hierro tratado por un carbonato alcalíno , se trasforma en bromuro alcalíno y en óxido de hierro. Por medio del bromuro de hierro ó de los bromuros alcalínos , se pueden tambien por doble

descomposicion preparar los bromuros insolubles. 3.° Por medio del ácido nítrico é hidro-brómico á la temperatura ordinaria. Asi el bromo no tiene accion sobre el platino, pero el ácido nítrico mezclado con el ácido hidro-brómico, le disuelve y forma un bromuro de platino. 4.° Por la accion del bromo sobre los óxidos y los carbonatos. Pasando el bromo en el estado de vapor sobre la potasa, la sosa, la barita y la cal enrojecidas, desprende el gas oxígeno con una viva incandescencia. No obra sobre la magnesia, la circona, el óxido de zinc, etc. Los carbonatos alcalínos se descomponen como las bases alcalínas; el oxígeno y el gas carbónico quedan desalojados y se forman bromuros. Las disoluciones alcalínas concentradas tratadas en frio por el bromo, originan un bromato de la base, y un bromuro metálico. Esta reaccion está suficientemente conocida para no exigir mayores detalles. 5.° Por la accion del ácido hidro-brómico sobre los metales. El gas hidro-brómico seco, tratado por el estaño á una temperatura un poco elevada, y por el potasio á la temperatura ordinaria se descompone, produciendo bromuros é hidrógeno. Si el gas está disuelto en el agua, ataca fácilmente al hierro, al zinc y al estaño, siempre con desprendimiento de gas hidrógeno.

6.° Por la accion del ácido hidro-brómico sobre los óxidos. De esta resulta agua y bromuros. Este seria el método mas facil para la preparacion de los bromuros, si pudiera obtenerse el ácido hidro-brómico en gran cantidad por unos medios económicos.

CAPITULO VI.

Ioduros metálicos.

838. La historia de los ioduros metálicos es muy análoga á la de los cloruros y bromuros. Como estos se dividen en ioduros ácidos, básicos, indiferentes y salinos. Los ioduros de las tres primeras secciones, hacen en general el papel de bases, y los otros el de ácidos. Los ioduros salinos son muy poco conocidos; el ioduro amarillo de mercurio es hasta el presente el único que se ha distinguido.

Todos los ioduros conocidos son sólidos, no tienen generalmente olor, ofrecen unos colores muy variados, y algunas veces muy hermosos, como los ioduros de mercurio y de plomo.

839. Todos los ioduros son volátiles; calentando repentinamente el proto-ioduro de mercurio se sublima sin alteracion; si se calienta con lentitud abandona al mercurio y se trasforma en ioduro. Los de oro y de platino abandonan el iodo espuestos á la accion del calor.

La accion del hidrógeno sobre los ioduros es probablemente análoga á la que ejerce este gas sobre los cloruros. Todos los ioduros se descomponen por el oxígeno á la temperatura roja, á escepcion de el de potasio, sodio, plomo y bismuto; los de bario y los de calcio, se trasforman en ioduros de óxidos.

El cloro seco, desprende el iodo de todos los ioduros, formando cloruros metálicos, y el cloruro de iodo. El iodo por el intermedio del agua queda desde luego á descubierto, y en seguida se trasforma en cloruro ó en ácido iódico é hi-

dro-clórico por un esceso de cloro. La accion del bromo es la misma que la del cloro. Todos los ioduros solubles, tienen la propiedad de disolver abundantemente al iodo y colorarse de un rojo moreno; y segun M. Gay-Lussac, le abandonan por la ebullicion, ó por la esposicion al aire cuando están desecados.

840. Segun M. Baup los ioduros solubles como él de potasio, zinc y el ácido hidro-iódico son susceptibles de disolver una cantidad igual á la que ellos contienen ya, si estan disueltos en lo menos tres partes de agua ó en mayor cantidad. La accion es tanto mas lenta cuanto mas dilatado está el disolvente; pero siempre puede completarse enteramente. Si el ioduro de potasio solo se halla disuelto en una ó dos partes de agua, puede entonces combinarse con dos veces otro tanto iodo del que contiene. El licor que resulta es de un rojo muy subido que tira á negro. Aumentando la proporcion de agua se deposita el iodo en pajitas muy finas no quedando en la disolucion sino una dósis que constituye el ioduro, el cual está formado de una cantidad doble de iodo de la que entra en el ioduro simple. Por abundante que sea la adicion del agua no separa ya mas iodo. El iodo trasforma las mas veces como en los casos anteriores los proto-ioduros en per-ioduros.

La accion del fósforo y del azufre es análoga á la que ejercen estos cuerpos sobre los cloruros; el carbono, el boro, el silicio y el azoe, no tienen accion sobre los ioduros, cómo sobre los cloruros. La accion de los metales es tambien del mismo género, y no exige por lo tanto nuevos detalles.

841. El agua disuelve muchos ioduros, y en particular los hioduros alcalinos; descompone algunos otros en su totalidad ó en parte. como el ioduro de antimonio, con el que forma ácido hidro iódico y ácido antimonioso.

Todos los ioduros se descomponen por los ácidos sulfúrico y nítrico concentrados bajo la influencia del agua, el metal se oxida y el iodo se desprende. El ácido bórico no los altera sensiblemente por el intermedio del agua ni en seco. El ácido hidro-clórico líquido no descompone los ioduros porque es mas volátil que el ácido hidro-iódico. En el estado de gas y á una temperatura próxima al rojo oscuro, produce un cloruro y gas hidro-iódico. Con los ioduros de calcio y de estroncio se efectúa la descomposicion muy fácilmente.

842. El ácido hidro-iódico puede combinarse con los ioduros metálicos y originar algunas veces por esta union compuestos cristalizables, ó hidro-iodatos de ioduros; tal es el hidro-iodato de ioduro de mercurio.

El ácido hidro-sulfúrico, forma sulfuros y ácido hidro-iódico, cuando los metales combinados con el iodo pueden producir sulfuros insolubles.

Obrando los óxidos sobre los ioduros, ocasionan reacciones análogas á las que producen obrando sobre las sales. Asi el ioduro de hierro y la potasa producen ioduro de potasio y óxido do hierro.

843. En un gran número de casos resultan de esta accion ioduros dobles. Tal es la accion de la potasa, la sosa y otras bases alcalinas disueltas en el agua sobre el ioduro de mercurio; resulta de ella un depósito de óxido de mercurio y un ioduro doble de mercurio y potasio; tal es tambien la de algunos óxidos metálicos sobre el ioduro de potasio, que dan orígen á la potasa y forman tambien un ioduro doble. Algunos cloruros disuelven en caliente á los ioduros y los abandonan por el enfriamiento : en este caso los ioduros depositados pueden cristalizar.

Asi el cloruro de mercurio, el cloruro de sodio y el ácido hidro-clórico, disuelven al bi-ioduro de mercurio, y le abandonan en cristales por el enfriamiento: el ioduro de plomo se halla en igual caso. Tal debe ser en general la accion de los cloruros solubles sobre los ioduros metálicos insolubles, mientras que la de los ioduros solubles sobre los cloruros metálicos solubles ó insolubles, resulta ordinariamente de dobles descomposiciones.

844. La accion de los ioduros y del ácido hidro-iódico sobre los ioduros es variable. Los ioduros como los óxidos, los sulfuros y los cloruros, se combinan entre sí y forman sales cristalizables. Asi, el ioduro de potasio disuelve al ioduro de mercurio y produce sales á muchos grados de saturacion. En caliente, por ejemplo, la disolucion de ioduro de potasio disuelve tres átomos de ioduro de mercurio; al enfriarse deposita un átomo en cristales y en seguida abandona unas hermosas agujas amarillas que contienen dos átomos de ioduro de mercurio por un átomo de ioduro de potasio; tratando esta sal por el agua deja depositar todavia un átomo de ioduro rojo. La combinacion soluble queda, pues, formada de un átomo de cada ioduro. Los ioduros de plomo, de plata, etc., producen tambien unas sales cristalizables combinándose con el ioduro de potasio. El hidro-iodato de amoníaco obra siempre de una manera análoga con los ioduros alcalinos.

La accion de los ioduros básicos sobre el proto-ioduro de mercurio, como la del ácido hidro-iódico, produce mercurio y bi-ioduro de mercurio, que forma despues un ioduro doble. Esta accion es la misma que la de los cloruros alcalinos sobre el proto cloruro de mercurio.

La accion de las sales sobre los ioduros varia mucho. Cuando no producen dobles descomposiciones, no tienen accion

las mas veces. Algunas las disuelven sin alteracion. Asi, el nitrato y el acetato de mercurio, disuelven al ioduro de este metal.

845. La preparacion de los ioduros se ejecuta por diversos procedimientos.

Iodo y metales. La preparacion de los ioduros por el iodo y los metales, puede ejecutarse ya sea en seco, ya por el intermedio del agua. Todos los metales son atacables por el iodo seco, ya sea en frio, como el potasio y el mercurio, ya á una temperatura poco elevada como el zinc, el hierro, el estaño y el antimonio.

Por el intermedio del agua, todos los metales que la descomponen bajo la influencia de un ácido, se trasforman en ioduros por el iodo. La accion se produce en frio para el hierro; es instantánea y ocasiona un grande desprendimiento de calor. Para el zinc y el estaño, no se verifica sino á la temperatura de la ebullicion. Cuando se han formado estos ioduros solubles, es facil aplicarlos á la preparacion de los ioduros alcalínos, descomponiéndolos por los carbonatos. Tal es en efecto, el procedimiento que se emplea generalmente en la actualidad para la preparacion del ioduro de potasio.

Iodo y óxidos ó carbonatos. El iodo al grado rojo oscuro puede descomponer algunos óxidos; el de potasio, por ejemplo. En esta descomposicion el iodo se apodera del metal y desaloja al oxígeno. El carbonato de potasa en las mismas circunstancias se descompone por el iodo; este forma un ioduro de potasio y el oxígeno y el gas carbónico se desprenden. El óxido de sodio y sus carbonatos ofrecen los mismos resultados. Los protóxidos de plomo y de bismuto se convierten tambien en ioduros por el iodo.

Este procedimiento se emplea muy pocas veces para pre-

parar los ioduros. No es lo mismo la accion del iodo sobre las bases alcalínas en disoluciones concentradas.

De esta accion resulta en general, como con el cloro ioduro y iodato. Siendo este último poco soluble, se separa con facilidad del ioduro. Por otra parte basta evaporar el licor, despues que la reaccion ha terminado, y que la base se encuentra completamente atacada, y calentar hasta el grado rojo la mezcla de las dos sales. El iodato, á esta temperatura, se trasformará en ioduro. La reaccion sobre las bases alcalínas se produce á la temperatura ordinaria, y con desprendimiento de calor.

Ioduros por dobles descomposiciones. Cuando por los procedimientos anteriores se han obtenido ioduros solubles pueden por el auxilio de dobles doscomposiciones obtenerse ioduros insolubles de plata, de cobre, de bismuto, de plomo y de mercurio.

CAPITULO VII.

Fluoruros metálicos.

846. Los fluoruros presentan á los reactivos qne ordinariamente se emplean para distinguir la neutralidad de las reacciones ácidas ó básicas, muchos mas indicios que los que nos ofrecen los cloruros y los ioduros. Efectivamente, si el cloruro de mercurio enrojece el papel azul del tornasol, la sal marina parece no tener accion sobre este papel enrojecido, mientras no hay un fluoruro que no obre sobre ellos en uno ú otro sentido. Asi los fluoruros dobles son muy numerosos y fáciles de producir; M. Berzelius ha hecho hace pocos años un estudio detenido sobre estos fluoruros bajo el nombre de

fluatos dobles como se ha hecho de los fluoruros bajo el de fluatos.

Los fluoruros son líquidos como el *fluoruro de cromo*, sólidos como los fluoruros de potasio, de calcio y de plomo, siendo por consecuencia unos odoríficos, y otros inodoros.

847. Todos los fluoruros son mas ó menos fusibles y algunos volátiles.

La accion del hidrógeno y del oxígeno debe ser análoga á la que ejercen estos cuerpos sobre los cloruros.

La accion del cloro, del bromo y del iodo es nula ó al menos debe limitarse á la trasformacion de algunos proto-fluoruros en per-fluoruros y en cloruros, bromuros ó ioduros. Parece sin embargo, que el cloro puede descomponer al fluoruro de mercurio. La accion del fósforo y la del azufre debe asemejarse á la del cloro. El carbono, el boro, el silicio y el azoe no pueden ejercer sobre los fluoruros sino una accion muy débil, y aun nula en la mayor parte de los casos. Sin embargo, con los fluoruros de las últimas secciones el boro y el silicio se apoderan del fluor, dejan el metal en libertad y producen fluoruro de boro ó de silicio. Con respecto á la accion de los metales la misma ley que se ha establecido para los cloruros es aplicable á los fluoruros. Los metales pueden sustituirse uno á otro en la combinacion con el fluor; pero resultan algunas veces de esta separacion fluoruros dobles.

848. Los fluoruros alcalínos disueltos en el agua y sometidos á la cristalizacion se dividen en una sal ácida cristalizable que es un hidro-fluato de fluoruro de la base, y en el licor que retiene un esceso de alcalí. El fluoruro de titano tratado por el agua da orígen á un hidro-fluato de fluoruro y aun fluoruro de óxido. Hay algunos fluoruros que se descom-

ponen casi completamente por el agua; estos son los de antimonio y los de bismuto.

Algunos fluoruros son insolubles en el agua é inalterables por este líquido. El de calcio, de plomo, etc. se hallan en este caso. Todos los fluoruros sin color tienen la propiedad de hacerse semi-trasparentes cuando se introducen en el agua, y como este líquido tiene al poco mas ó menos la misma refraccion que los fluoruros, solo cuando se separa de ellos puede percibirse que hay alguna cosa en el vaso que los contiene.

849. Los ácidos descomponen en frio á los fluoruros solubles; pero tienen muy poca accion sobre los que son insolubles ó los disuelve sin alteracion. El fluoruro de plomo es soluble en los ácidos nítrico é hidro-clórico. Los ácidos poderosos descomponen por medio del calor á los fluoruros insolubles como el de calcio; de aqui resultan sales y ácido hidro-fluórico. La accion del ácido hidro-fluórico sobre los fluoruros produce una combinacion de que resulta una numerosa serie de sales.

La accion de los óxidos debe ser análoga á la de estos cuerpos sobre los cloruros y los ioduros. Los cloruros, ioduros y sulfuros no se han puesto en contacto con los fluoruros. Deben resultar por este contacto dobles descomposiciones ó combinaciones que ofrecerán sin duda resultados curiosos.

Los fluoruros tienden á unirse entre sí con mucha energía. En la naturaleza se halla un fluoruro doble, éste es el de aluminio y de sodio, la cryolita. Artificialmente se han producido un gran número ya por la combinacion directa de los fluoruros entre sí, ya por la accion de los óxidos sobre los hidro-fluatos de fluoruros, sales que deben estar comprendidas bajo la denominacion de fluoruros dobles. Se cono-

cen los fluoruros dobles de cromo, de antimonio, de hierro, de cobre, de niquel de cobalto, de manganeso, de zinc, de tántalo, de molíbdeno, de colombio, etc., etc., con los fluoruros alcalínos. Los fluoruros dobles se producen muchas veces por dobles descomposiciones en los casos en que solo debieran obtenerse fluoruros simples.

850. Los fluoruros se obtienen por los procedimientos siguientes:

1.° La mezcla de ácido hidro-fluórico y ácido nítrico debe atacar á diversos metales como son; el estaño, el antimonio, y aun al oro y al platino. Este procedimiento no está en uso. 2.° El fluoruro de mercurio ó de plomo tratados por otros cuerpos mas positivos que estos metales, como el antimonio produciendo fluoruros volátiles, cuyas propiedades tienen mucha analogía con las de los cloruros correspondientes. 3.° La accion del ácido hidro-fluórico sobre los óxidos produce diversos fluoruros. Asi el ácido titánico tratado por el ácido hidro-fluórico, da perfluoruro de titano. Por el mismo procedimiento pueden prepararse los fluoruros de tántalo, de tungsteno, de molíbdeno, etc.

4.° Los fluoruros pertenecientes á los metales de las tres primeras secciones deben producirse por la accion de los metales sobre el ácido hidro-fluórico. 5.° Se producen tambien algunos fluoruros por la reaccion de los fluoruros alcalínos y de los óxidos bajo la influencia del ácido sulfúrico. Estos son los fluoruros volátiles, tales como el cromo y el de arsénico. 6.° En fin, los fluoruros insolubles pueden formarse por medio de dobles descomposiciones; estos son los fluoruros de plomo, de plata, de cal, de barita, etc.

CAPITULO VIII.

SULFUROS METÁLICOS.

851. El estudio de los sulfuros comprende las tres séries siguientes: 1.°, los sulfuros simples que corresponden á los óxidos salificables; 2.°, los poli-sulfuros ó sulfuros sulfurados que son muy numerosos, y cuyas variedades estan todavia mal determinadas; 3.°, los hidro-sulfatos de sulfuros.

El poderoso interés que se refiere al estudio de los sulfuros, se concebirá fácilmente si se recuerda.

1.° Que los sulfuros se producen en un gran número de reacciones químicas; en los análisis, por ejemplo, en que la trasformacion de los metales en sulfuros, y su precipitacion por este procedimiento es uno de los medios mas seguros y puestos en práctica para separarlos de los cuerpos á que estan unidos; 2.°, que en la naturaleza se encuentran un gran número de sulfuros de los cuales muchos se emplean diariamente en la estraccion de los metales, como los sulfuros de plomo, de mercurio, de antimonio, de plata, etc.; 3.°, que los otros encuentran un empleo directo en las artes, como los de arsénico y de mercurio, tan preciosos para la pintura; ó como el de hierro del cual se estrae el azufre, el de cobre de que se hace uso para la fabricacion del sulfato de cobre, el de antimonio que sirve para producir ya el hidrógeno sulfurado, ya las diversas preparaciones de antimonio que se emplean en la medicina; 4.°, que la medicina hace un uso diario de los sulfuros que pertenecen á los metales alcalinos, como el de potasio, por ejemplo, el sulfuro de mercurio, etc.

852. Los sulfuros simples estan compuestos de tal ma-

nera, que al descomponer el agua forman hidrógeno sulfurado y un óxido salificable; es decir, que un átomo de azufre en un sulfuro reemplaza á un átomo de oxígeno en el óxido correspondiente. Los sulfuros simples se dividen en tres clases: 1.°, los sulfuros solubles en el agua; estos son los de la primera seccion, y los de magnesio, de glucino y de itrio en la segunda; 2.°, los sulfuros insolubles hidratados; estos son los de zinc, de manganeso y de hierro; 3.°, los sulfuros insolubles no hidratados; estos comprenden todos los sulfuros que no estan contenidos en las dos clases precedentes.

853. Los sulfuros de la primera clase son de un blanco amarillento; su sabor y olor recuerdan el de los huevos podridos. Son muy venenosos. Pueden obtenerse cristalizados, particularmente los de bario y de estroncio, que se depositan al momento en cristales por el enfriamiento de una disolucion un poco concentrada. Los sulfuros de las otras dos clases se coloran de diversos modos; el de estaño es de un color amarillo dorado, el de mercurio es rojo; la mayor parte de los otros son negros; no tienen olor ni sabor.

854. El calor descompone todos los sulfuros de la sesta seccion, á escepcion de el de plata; el azufre se desprende y deja un resíduo metálico.

Los sulfuros de la primera y tercera clase, sometidos á la vez á la accion del agua y del calor, no sufren ninguna alteracion. Los de la segunda clase por el contrario, se trasforman en hidrógeno sulfurado y en óxido bajo las mismas circunstancias.

De la accion del oxígeno sobre los sulfuros secos resultan diversos fenómenos. El oxígeno y el aire pueden trasformarse en varios productos; 1.°, en sulfatos: tal es el caso en que le encuentran los sulfuros de los metales alcalínos; 2.°, en

óxidos ; como el sulfuro de plomo , que calentándole al contacto del aire pasa al estado de sulfato y despues al de óxido; 3.°, en oxi-sulfuros; tal es, en efecto, el producto de la tostion del sulfuro de antimonio; 4.°, en metal y ácido sulfuroso, como el sulfuro de mercurio.

La accion del oxígeno sobre los sulfuros húmedos es mucho mas complicada. La disolucion de un sulfuro alcalíno espuesta al contacto del aire durante algunos dias se vuelve amarilla ; es decir, que el sulfuro alcalíno se trasforma en polisulfuro. La accion contínua del aire obra entonces sobre el azufre en esceso del polisulfuro, y le hace pasar al estado de ácido hipo-sulfuroso, que se une á la potasa producida, y no teniendo este hipo-sulfito color pierde el licor la tinta que antes presentaba. El sulfuro simple que queda en el licor sufre de nuevo las mismas alteraciones , y la accion se hace contínua hasta que la disolucion solo contiene hipo-sulfito. Con el sulfuro de bario se deposita el hipo-sulfito en forma de agujas cristalinas. Siendo los otros hipo-sulfitos alcalínos mas solubles no producen cristales con tanta facilidad.

855. El cloro trasforma los sulfuros anhidros en cloruros metálicos y cloruros de azufre. Este procedimiento se emplea con frecuencia en la química analítica. Se hace uso de él ventajosamente para aislar uno de otro dos metales cuyos sulfuros son fijos, y sus cloruros desigualmente volátiles. Si los sulfuros estan disueltos en el agua , la accion del cloro los trasforma tambien en cloruros; pero el azufre se deposita. El bromo y el iodo producen con los sulfuros reacciones análogas á las del cloro. Algunas veces el iodo se combina con el sulfuro, como en el iodo-sulfuro de antimonio.

856. El azufre se combina con los sulfuros en propor-

ciones muy numerosas y variadas. De aqui resultan los cuerpos conocidos con el nombre de poli-sulfuros.

857. Los sulfuros son susceptibles de combinarse entre sí, y de formar sales que M. Berzelius ha estudiado detenidamente en estos últimos tiempos bajo el nombre de sulfosales. En unos trabajos anteriores habia hecho observar que los sulfuros de arsénico, de tungsteno, de estaño, etc., se disolvian en los sulfuros alcalinos. Se sabe tambien por los trabajos de M. Berthier sobre los sulfuros, que estos compuestos pueden unirse dos á dos y formar sulfuros dobles. Los sulfuros dobles son generalmente solubles en el agua; algunos se descomponen por este líquido. Los ácidos separan de los sulfuros dobles el sulfuro ácido, que es generalmente insoluble.

858. Los sulfuros alcalínos absorven el hidrógeno sulfurado en tal proporcion, que el azufre del ácido es igual al que contiene la base. Las propiedades de estos hidro-sulfatos de sulfuros se describirán mas adelante.

859. Muchos sulfuros, tales como el de plomo y el de antimonio, se descomponen por los metales, como el hierro. El metal del sulfuro queda libre y se produce un nuevo sulfuro. Este procedimiento se usa en las artes para la estraccion de algunos metales.

860. Dos procedimientos pueden emplearse en la preparacion de los sulfuros simples. El primero resulta de la descomposicion de los sulfatos por el carbon. Esta reaccion exige una temperatura elevada. El sulfato y el carbon mezclados en polvo muy fino deben permanecer muchas horas á un grado de fuego rojo muy vivo en un crisol. Asi es como se prepara el sulfuro de bario destinado á convertirse en nitrato de barita, y despues en barita.

El segundo y mas usado en la química analítica, está fundado en la descomposicion de los óxidos por el hidrógeno sulfurado.

861. *Per-sulfuros.* — Su color es amarillo ó rojo; el sabor y olor de los de la primera seccion, que son solubles, es análogo al de los sulfuros simples. Todos son venenosos.

Estos compuestos se preparan fundiendo un esceso de azufre con un alcalí puro ó carbonatado, como la potasa ó la sosa, y resulta un per-sulfuro. Tambien pueden obtenerse haciendo hervir un óxido soluble en un esceso de azufre, y se produce en este caso hipo-sulfito de la base y un per-sulfuro.

Los per-sulfuros insolubles se producen por doble descomposicion con los per-sulfuros solubles.

862. Los ácidos separan el azufre del hidrógeno sulfurado, ó bien del hidruro de azufre. Dificilmente puede evitarse en esta reaccion un depósito de cierta cantidad de azufre. Esto se verifica siempre con los ácidos sulfuroso, clórico, iódico y nítrico.

El aire trasforma los per-sulfuros en hipo-sulfitos. El cloro, el iodo y el bromo en seco, ó por el intermedio del agua obran sobre ellos como sobre los sulfuros simples.

Calentando los metales con los per-sulfuros pueden trasformarlos en sulfuros dobles. De este modo obra el platino. El hidrógeno sulfurado en frio separa el azufre de los per-sulfuros solubles, y forma un hidro-sulfato de sulfuro.

863. *Hidro-sulfatos de sulfuro, ó bi-hidro-sulfatos.* — Estos se preparan por tres procedimientos diferentes:

1.° Por la accion del ácido hidro-sulfúrico sobre las bases ó los carbonatos en disolucion en el agua ó suspendidos en este líquido. 2.°, por la accion del ácido hidro-sulfúrico

sobre el potasio. 3.°, por la accion del ácido hidro-sulfúrico sobre los carbonatos alcalínos desecados.

En todos estos casos la sal que se forma tiene siempre la fórmula siguiente: $Rs+H^2S$.

864. Los ácidos desprenden el hidrógeno sulfurado sin formar depósito de azufre, á menos que como el ácido nítrico no puedan deshidrogenar en parte al gas que se desprende. La accion de las bases puede variar segun su naturaleza; asi el hidro-sulfato de sulfuro de magnesio tratado por la potasa, deja depositar magnesia, y el potasio pasa al estado de sulfuro. Otros como el óxido de cromo en estas circunstancias no hacen esperimentar ninguna alteracion. Los óxidos electro negativos, como el de arsénico, originan por el contrario un sulfuro doble, y en este caso un arsénito.

La accion de las sales sobre los hidro-sulfatos es la misma que sobre los sulfuros simples, es decir, que se producen dobles descomposiciones; pero al mismo tiempo el hidrógeno sulfurado queda libre y se desprende. Una disolucion de hidro-sulfato de sulfuro concentrada mezclada con el azufre en polvo pierde todo su hidrógeno sulfurado, y se forma un per-sulfuro. No existen, pues, hidro-sulfatos de poli-sulfuros.

Los sulfuros ácidos obran como el azufre y forman sulfuros dobles.

CAPITULO IX.

Seleniuros metálicos.

865. La historia de los seleniuros está todavía mas incompleta; pero parece tan análoga á la de los sulfuros que puede aplicarse á los unos todo cuanto se ha dicho de los

otros. Los seleniuros tienen en general un aspecto metálico; aun el de potasio se halla en este caso.

Ordinariamente estos cuerpos son mas fusibles que los metales que contienen. Los perseleniuros se trasforman por el fuego en proto-seleniuros, y el selenio escedente se desprende.

866. El oxígeno descompone los seleniuros por medio del calor y deja en libertad al selenio puro ú oxidado; ó bien lo trasforma en un ácido que puede combinarse con el óxido metálico producido, si es de naturaleza básica como el hierro. El seleniuro de platino en estas circunstancias se descompone en óxido ó en ácido de selenio y en metal. El de antimonio se trasforma en seleniuro de óxido como el sulfuro en sulfuro de óxido.

867. Los seleniuros solubles abandonados á un contacto prolongado con el aire dejan depositar el selenio.

Los seleniuros solubles disuelven al selenio que los ácidos precipitan desprendiendo hidrógeno seleniado. Los seleniuros pueden combinarse con algunos proto-seleniuros y formar perseleniuros. Todavia no se ha determinado la composicion ni el número de los poli-seleniuros.

El cloro, el bromo y el iodo desalojan al selenio de sus combinaciones con los metales, se unen á estos por una parte y por otra al selenio.

Todos los seleniuros alcalínos son solubles, los demas son generalmente insolubles.

El seleniuro de hierro tratado por el ácido sulfúrico ó el hidro-clórico, se trasforma en hidrógeno seleniado gaseoso, y en sulfato ó en cloruro de hierro. Lo mismo sucederá con algunos otros seleniuros insolubles, y con todos los solubles.

El ácido nítrico disuelve muchos seleniuros insolubles y

los trasforma en seleniatos ; sobre los seleniuros de mercurio solo obra con mucha dificultad.

Es probable que como los sulfuros, se dividan los seleniuros en seleniuros ácidos y en básicos, y que puedan unirse para formar sales. Sin embargo , los seleniuros dobles no se han distinguido todavia.

868. Los seleniuros pueden prepararse: 1.°, por la combinacion directa del selenio con los metales. Se puede en algunos casos, con el potasio por ejemplo, calentar simultáneamente el selenio y el metal; la combinacion es tan enérgica que generalmente viene acompañada de una violenta detonacion. Para hacer la combinacion con otros metales es necesario hacer pasar el selenio en vapor sobre el metal caliente al grado rojo , como con el zinc. En todos casos la reaccion se produce con desprendimiento de luz. 2.°, por la accion del hidrógeno seleniado , ó del seleniuro de potasio sobre las disoluciones metálicas. Tambien pueden prepararse por doble descomposicion todos los seleniuros insolubles , como los de cobre, plomo, mercurio, etc.

CAPITULO X.

Fosfuros metálicos.

869. Todos los fosfuros son sólidos. Cuando el metal está en esceso poseen el brillo metálico ; pero no gozan de esta propiedad cuando estan saturados de fósforo. Los fosfuros son fusibles, quebradizos, teñidos de diversos colores, é insolubles en el agua ; pero algunos descomponen á este líquido.

El calor desprende de los fosfuros de las cuatro últimas

secciones una parte de su fósforo; pero en general no puede desalojarlo en su totalidad. El oxígeno trasforma fácilmente los fosfuros en fosfatos, ó bien en ácido fosfórico y en metal. El cloro produce con ellos un cloruro metálico y cloruro de fósforo. Igual efecto produce el bromo y el iodo. El azufre y el selenio deben obrar de una manera análoga. No se conoce la accion de los otros cuerpos no metálicos, pero debe ser muy débil esceptuando la del arsénico. En cuanto á los metales, deben conducirse con los fosfuros, como lo hacen con respecto á los sulfuros.

El agua no altera los fosfuros de las cuatro últimas secciones á menos que no se hallen muy divididos y estén en contacto con el aire: en este caso el fósforo se acidifica. Sobre los de la primera seccion por el contrario, obra repentinamente y produce gas hidrógeno fosforado, hidrógeno puro, y un hipo-fosfito. Los ácidos débiles producen con estos últimos gas hidrógeno fosforado y aun sal. Los ácidos concentrados obran sobre los fosfuros como lo harian sobre el metal y el fósforo, tomados separadamente.

870. Los fosfuros pueden obtenerse por muchos medios; 1.°, haciendo pasar el fósforo en vapor sobre los metales calientes: por este medio se obtienen los fosfuros de cobre, de potasio y de sodio. Para estos dos últimos basta calentar reunidos el metal y el fósforo; 2.°, descomponiendo el hidrógeno fosforado por los metales. Pueden prepararse de este modo todos los de las cuatro primeras secciones; 3.°, tratando las sales ó los cloruros disueltos por el hidrógeno fosforado. Este procedimiento es aplicable á los fosfuros de las tres últimas secciones, y aun al fosfuro de estaño; 4.°, reduciendo los fosfatos por el hidrógeno; 5.°, reduciendo estos mismos por el carbon; 6.°, tratando la mezcla de fosfato ácido de cal y un

metal ó un óxido por el carbon. Estos tres últimos procedimientos solo se aplican á los fosfuros de las cuatro últimas secciones, y aun dificilmente á los de la quinta y de la sesta; 7.°, en fin, tratando ciertos óxidos por el fósforo. Este último método no tiene buen éxito sino con los metales de la primera, tercera, cuarta, y aun con algunos de la sesta seccion.

871. Este último procedimiento se aplica muchas veces para la preparacion de los fosfuros de la primera seccion: por él se obtienen los de bario, de estroncio y de calcio. En esta preparacion se produce un fosfato y un fosfuro. Hace mucho tiempo que se habian considerado estos compuestos como unos fosfuros de óxido; pero es muy fácil asegurarse de esta falsedad. En efecto, cuando se hace obrar el fósforo sobre la barita, resulta una masa compuesta de siete átomos de metal y doce de fósforo. Esta seria una combinacion sin ejemplo; pero considerándola como formada de cinco átomos de bi-fosfuro de bario y uno de fosfato de barita, se advierte que su composicion está muy conforme con la teoría general.

Este compuesto se obtiene haciendo pasar el fósforo en vapor sobre la barita candente. La reaccion se verifica con un vivo desprendimiento de luz, y todo el fósforo desaparece. La barita se halla entonces trasformada en una masa escorificada de un color pardo negruzco, dura y de un brillo metaloideo. Tratando esta masa por el agua produce hidrógeno per-fosforado, hidrógeno, hipo-fosfito y fosfato de barita.

CAPITULO XI.

Arseniuros metálicos.

872. El arsénico se conduce con respecto á los metales del mismo modo que el fósforo, y produce tambien arseniuros que no han sido todavia convenientemente examinados. Estos pueden obtenerse: 1.°, combinando directamente el arsénico con los metales. De este modo se obtienen los arseniuros de potasio, de platino, de estaño, etc.; 2.°, tratando el hidrógeno arsenicado por los metales. Por este medio pueden obtenerse tambien los de potasio, de estaño, y en general probablemente los de las tres primeras secciones y algunos de la cuarta; 3.°, descomponiendo las sales de las tres últimas secciones por el hidrógeno arsenicado. Los arseniuros de cobre, de plata, etc., pueden obtenerse por este procedimiento; 4.°, tratando los arsenitos ó los arseniatos, ó bien unas mezclas de ácido arsenioso ó arsénico, y de metales ú óxidos metálicos, por el gas hidrógeno ó por el carbon; 5.°, tratando ciertos óxidos por el arsénico. Por este medio ha obtenido M. Gay-Lussac el arseniuro de bario, haciendo pasar vapores de arsénico sobre la barita enrojecida. El arsénico que se prepara por este medio se obtiene ya en proporciones fijas, ya con un esceso de metal. Esto depende á la vez de las propiedades del arsénico, de la naturaleza del procedimiento, y de la temperatura empleada.

873. El calor descompone al menos en parte los arseniuros de las tres últimas secciones, y aun los de la tercera. El oxígeno ayudado del calor los hace pasar al estado de arseniatos, ó bien trasforma el arsénico en ácido arsenioso,

dejando al metal libre ú oxidado. El cloro trasforma á la vez el arsénico y el metal en cloruros. El bromo y el iodo producen el mismo resultado. El azufre y el selenio obran probablemente de una manera análoga. La accion de los otros cuerpos simples es poco conocida, pero facil de prever.

Todos los arseniuros son insolubles en el agua. Este líquido se descompone por los arseniuros de la primera seccion. Se desprende por esta reaccion gas hidrógeno arsenicado y se produce alguna sal de arsénico. En este caso parece que es un arseniato el que se forma. Los ácidos dilatados en agua obran sobre los arseniuros de las tres primeras secciones, produciendo tambien hidrógeno arsenicado. Los ácidos concentrados se conducen con los arseniuros como con el arsénico y el metal tomados separadamente.

Cuando los arseniuros tienen un esceso de metal presentan brillo metálico, pero cuando los elementos que los componen estan en proporciones definidas, no presentan esta propiedad, ó al menos la presentan muy débilmente.

CAPITULO XII.

COMBINACIONES DEL AZOE CON LOS METALES.

874. El azoe no se combina jamás directamente con los metales, pero puede unirse con ellos cuando se le presentan estos cuerpos hallándose él en el estado naciente; entonces forma los azoturos. Estas combinaciones son poco conocidas; pero sin embargo, es facil formarse una idea general de ellas, comparándolas con los fosfuros ó los sulfuros metálicos.

Los azoturos de potasio y de sodio descubiertos por los

señores Gay-Lussac y Thenard ofrecen un escelente tipo, y su composicion no puede dejar ninguna incertidumbre. Efectivamente, estos azoturos estan privados de humedad, y su composicion por lo tanto, es incontestable. Tratados por el agua se trasforman en amoniaco y en óxidos metálicos. Asi su composicion general se puede espresar por

3 átomos metal.
2 átomos azoe.

á los cuales es preciso añadir

3 át. oxígeno }
6 át. hidrógeno } = 6 át. de agua.

Para formar

3 át. de oxígeno...=3 át. metal y 3 át. oxígeno.
4 át. de amoniaco.=2 át. azoe y 6 át. hidrógeno.

875. Si tenemos esta seguridad en los azoturos de potasio y de sódio, nos queda mucha incertidumbre con respecto á los de los otros metales. Su existencia se mira todavia como dudosa por muchos químicos que distinguen bajo el nombre impropio de *amoniuros* los compuestos que nosotros consideramos aqui como azoturos amoniacales.

El amoniaco reacciona sobre un gran número de óxidos metálicos y forma siempre unos compuestos particulares que han sido conocidos bajo el nombre de amoniuros. Tales son los amoniuros de zinc, de cobre, de oro y de plata. Luego pueden presentarse tres hipótesis distintas: ó bien el amoniaco y el óxido se conservan uno y otro, formando únicamente

una combinacion entre sí, en cuyo caso el compuesto no es otra cosa que una especie de sal, en la cual el amoniaco hace el papel de base, y el óxido el de ácido. Asi, aun en esta hipótesis, el nombre de amoniuro espresará mal la composicion de estos cuerpos, porque indica al amoniaco como electro negativo lo que no aparece de ninguna manera.

O bien se forma agua á espensas del oxígeno del óxido y del hidrógeno del amoniaco, al mismo tiempo que se unen el azoe y el metal. Bien se concibe que el azoturo se halla entonces necesariamente constituido de una manera absolutamente semejante á la que se ha espresado anteriormente para el potasio y el sodio; es decir, en unas proporciones necesarias, determinadas por la composicion bien conocida del amoniaco, del agua y de los óxidos empleados.

O bien, en fin, el azoturo formado por la reaccion que acabamos de describir se combina con el amoniaco en esceso; entonces se forma un compuesto de azoturo metálico y de amoniaco, y este es el que hacen probable los esperimentos á que he sometido el amoniuro de oro.

876. Las propiedades generales de los azoturos amoniacales estan muy poco conocidas, pero sin embargo bastante fáciles de prever en muchos casos.

La accion del fuego sobre estos compuestos separa siempre con mas ó menos facilidad el amoniaco, el azoe y el metal. Para los azoturos amoniacales de potasio y de sodio es necesario emplear un calor rojo; para los de zinc y de cobre basta una temperatura mas baja; en fin, el amoniuro de oro se descompone á unos 140° c., y el de plata á una temperatura mas baja todavia. Estos dos últimos esperimentan por el calor una descomposicion tan instantánea que resulta una detonacion de las mas violentas; el azoturo amoniacal de pla-

ta, conocido con el nombre de plata fulminante, detona por la mas ligera friccion cuando está bien preparado y seco.

Ya hemos espuesto como se conduce el agua con los azoturos de potasio y de sódio, y hemos visto que los trasforma en amoniaco y en óxidos. Este líquido no tiene accion sobre los otros en las circunstancias ordinarias, pero puede presentar diversos fonómenos que dividen limpiamente los azoturos en tres clases:

1.° Los azoturos de potasio y de sodio que el agua descomponiéndose ella misma trasforma en amoniaco y en óxidos metálicos; 2.°, los amoniuros de zinc, de cobre, de niquel, de cobalto, etc., que el agua no altera en frio, pero que se trasforman tambien por la evaporacion en amoniaco y en óxidos, y que por consiguiente no pueden obtenerse en el estado de sequedad.

3.° Los azoturos amoniacales de oro, de plata, de mercurio y de platino, que no tienen accion sobre el agua en ninguna circunstancia, ó que al menos no la tienen bien determinada.

876. Los medios por qué pueden obtenerse los azoturos, y el estado bajo el cual se presentan, estan esencialmente ligados con sus propiedades. Asi los azoturos de potasio y de sódio que no se alteran por un calor moderado, pueden formarse á esta temperatura haciendo obrar los metales sobre el amoniaco seco. Los otros, por el contrario, no pueden producirse sino por medio de los óxidos ó de las sales, puestos en contacto con el amoniaco disuelto en agua con ellos; se advierte que los de la segunda clase solo pueden obtenerse en disolucion, mientras que los de la tercera se pueden desecar.

La accion de los ácidos y la de las bases podrán preverse

en muchos casos, segun el modo con que los azoturos se modifiquen por el agua, y segun la naturaleza del metal que contienen. Lo mismo puede decirse de la accion de los cuerpos simples no metálicos. A escepcion del hidrógeno, el boro, el silicio y el carbono, todos desalojarán el azoe, se combinarán con el metal, y formarán cloruros, ioduros, sulfuros, etc.

Los ácidos hidratados obrarán por su agua sobre los azoturos de la primera clase y determinarán la formacion de sales de amoniaco y de potasa ó de sosa. Los ácidos oxigenados cederán una parte de su oxígeno al metal y desalojarán al azoe. Los hidrácidos secos, cederán sus elementos electro-negativos al metal, y su hidrógeno al azoe; por este medio se formará cloruro de potasio, é hidro clorato de amoniaco, por ejemplo, suponiendo que se haya operado sobre el azoturo de potasio y el ácido hidro-clórico seco. Con los azoturos de la segunda clase, determinarán siempre los ácidos la descomposicion del agua y la formacion de dos sales ó de una sal doble. Los ácidos no obran sobre los azoturos de la tercera clase.

Las bases podrán ceder sus elementos electro-negativos á los azoturos de la primera clase, pero en general obrarán poco sobre los de la segunda, y con mayor razon sobre los de la tercera.

CAPITULO XIII.

Carburos metálicos.

878. El carbono, el boro y el silicio pueden combinarse con el hierro; pero en general estos tres cuerpos no parecen á

propósito para unirse á los metales sino bajo condiciones particulares y de una manera incompleta.

Al ocuparnos del acero y de la fundicion, examinaremos detenidamente las combinaciones de hierro y de carbono. Parece que el carbono en muchos casos puede unirse á los metales bajo la influencia de una temperatura muy elevada, pero el compuesto no contiene sino algunas señales de carbono solamente. Asi es por lo menos, como se esplican las propiedades particulares de algunos metales reducidos de sus óxidos por el carbon. Ya examinaremos un ejemplo curioso de estas modificaciones en el artículo en que se espresan los procedimientos para la afinacion del cobre (1). El carbono se combina evidentemente con el potasio y el sodio.

Siliciuros metálicos.

879. El silicio como el carbono puede unirse al hierro, al potasio, al sodio y ademas al platino, pero estos compuestos apenas han sido estudiados: en el artículo de la fundicion y del acero, volveremos sobre este punto. El silicio se une á estos cuerpos ayudado del calor. Para esto basta en general calentar los metales en contacto con la sílice y el carbon para que se produzca el siliciuro. No se conocen otros siliciuros que los que acabamos de citar.

(1) M. Berzelius ha considerado como carburos las mezclas de carbon y de metal muy dividido que dejan por resíduo la destilacion de los cianuros; nosotros las consideramos como unas simples mezclas.

Boruros metálicos.

Parece que reduciendo por el carbon los boratos de sosa y de potasa, se forman boruros de potasio y de sodio. Parece tambien que reduciendo el borato de hierro por el hidrógeno, se obtiene un boruro de hierro. Es cierto que el ácido bórico y el carbon calientes al contacto del platino, forman boruro de platino, pero todos estos compuestos apenas han sido examinados.

CAPITULO XIV.

COMBINACIONES DEL HIDRÓGENO CON LOS METALES.

880. Solo se conocen tres de estas combinaciones: el hidruro de potasio que es sólido; el hidruro de teluro que se asemeja mucho al hidruro de arsénico; el hidrógeno telurado que es gaseoso, y que se puede comparar ya sea con el hidrógeno arsenicado, ya con el ácido hidro-sulfúrico.

Estos compuestos tienen probablemente muy poca analogía entre sí, y es probable, sin embargo, que se destruyan todos por el calor, y que el metal y el hidrógeno queden en libertad.

En la historia particular del mercurio y del teluro se hallarán los detalles suficientes sobre estos compuestos, que nada tendrian de notable si no se refirieran á unos cuerpos muy singulares: á los hidruros amoniacales que pueden servir largo tiempo todavia de base á los razonamientos sobre la naturaleza de los metales considerados como cuerpos compuestos.

Es necesario no perder de vista que en estos compuestos,

el metal hace el papel negativo, y el hidrógeno el positivo.

CAPITULO XV.

De las combinaciones que se efectuan entre los compuestos binarios ó de las sales propiamente dichas.

881. El nombre de sal espresaba antiguamente ciertos compuestos análogos á la sal marina por una reunion de propiedades que no presentan ningun valor. La facultad de disolverse en el agua y cristalizar por la evaporacion ó el enfriamiento; la trasparencia y algunas otras cualidades insignificantes bastaban para que un cuerpo estuviese dotado de este nombre: asi como el de azufre se aplicaba á muchos combustibles, y el de fósforo á todos los cuerpos susceptibles de producir luz en la oscuridad.

En la nueva nomenclatura, el nombre de sal se ha reservado á los compuestos formados por la union de un ácido y una base, y en general no se han considerado como tales sino á los que tenian por base un óxido ó un cuerpo altamente alcalino con los reactivos ordinarios.

Los límites de esta denominacion nos parecen poco convenientes, y juzgamos mas conforme á las ideas generales de la ciencia el aplicar indistintamente el nombre de sales á todos los compuestos que resultan de la union de dos cuerpos binarios, persuadidos como lo estamos, de que en semejante caso, uno de los dos hace las funciones de ácido y otro las de base.

882. Nosotros llamaremos sal á todos los productos que provengan de la combinacion de dos compuestos binarios. Esta denominacion se aplica no solamente á los com-

puestos binarios oxigenados, á los cuales se daba esclusivamente en otro tiempo el nombre de sal, sino tambien á los compuestos que resultan de la union de los sulfuros entre sí. La combinacion de un cloruro con otro cloruro, es igualmente una sal; lo mismo consideramos á los ioduros, etc. Esta denominacion comprende ademas, todas las combinaciones cuaternarias que resultan de la union de un compuesto binario cualquiera con un segundo; por ejemplo, la de un óxido con un cloruro; el oxi-cloruro de antimonio es una sal de este género que resulta de la combinacion del óxido de antimonio con el cloruro de antimonio. Podemos citar tambien como sales las combinaciones de un ácido con un sulfuro: los hipo-sulfitos, por ejemplo, son unos sulfatos ó sulfitos de sulfuros, es decir, unas verdaderas sales.

Lo que vamos á esponer sobre las propiedades generales de las sales no se aplica, sin embargo, sino á las que son de base y ácido oxígenados, porque son las que estan mejor conocidas, las mas numerosas, y las que se emplean con mas frecuencia; aunque en un gran número de casos las leyes que rigen á estas pueden aplicarse á las otras sales.

883. *Composicion.*—Un ácido se combina con una base en números atómicos; asi un átomo de ácido se une á 1 1/2 2, 3, átomos de base, ó bien 1 átomo de base entra en combinacion con 1 1/2, 2, 3, átomos de ácido.

Cuando la combinacion se hace átomo por átomo, es decir, entre un átomo de base y un átomo de ácido la sal que resulta es generalmente neutra. Es ácida si para 1 átomo de base entra 1,1 1/2, 2,3 átomos de ácido; y por el contrario, la sal es básica si para un átomo de ácido entra 1,1 1/2, 2, 3, átomos de base.

La nomenclatura de las sales está fundada en el dia con razon sobre su composicion atómica; asi se forman sus nombres de la manera siguiente.

Atomo de base.	Atomos de ácido.	
3............	1........	Sal tribásica.
2............	1........	Sal básica.
1 1/2........	1........	Sal sesqui-básica.
1............	1........	Sal neutra.
1............	1 1/2....	Sesqui-sal.
1............	2........	Bisal.
1............	3........	Trisal.

Estos ejemplos son suficientes; pero es necesario sin embargo discutir sus nombres para hacer apreciar su estension verdadera, y para demostrar los límites á que alcanza su accepcion.

884. Puede decirse sin vacilar, apriori, que las sales que tienen la misma composicion atómica no pueden hallarse en el mismo estado de saturacion. Seria efectivamente muy singular que dos cuerpos enteramente diferentes bajo las demas relaciones se parecieran exactamente bajo el punto de vista mas característico que sirve de algun modo para medir sus propiedades esenciales y fundamentales. Si fuera necesario referir á la nomenclatura actual la capacidad de saturacion en los ácidos dependeria enteramente del radical, y en las bases seria preciso atribuirla enteramente de algun modo al cuerpo negativo.

Asi en los ácidos, en que por lo comun se admite que el oxígeno juega el papel de principio acidificante importaria muy poco que su cantidad fuera grande ó pequeña; el valor

ácido del producto quedaria el mismo, ínterin no cambiara la dósis del cuerpo no acidificante.

En las bases en que todos admiten que el valor básico depende del metal, importaria poco que este fuera mas ó menos básico ó positivo: el valor del producto quedaria el mismo ínterin no variara la dósis de oxígeno.

885. Tales son las consecuencias de las denominaciones generalmente adoptadas para clasificar las sales en sales neutras, ácidas ó básicas; pero vamos ademas á demostrar que distan mucho de ser exactas, y efectivamente en tanto que las sales de bases alcalínas parecen neutras con el papel del tornasol, cuando estan formadas átomo por átomo todas las sales metálicas, esceptuando las de plomo y plata, son ácidas, aunque la misma ley preside á su composicion.

Solo por un lenguaje de convencion decimos sulfato neutro de cobre, nitrato neutro de zinc, etc. Todos los óxidos de estos metales forman sales ácidas segun el papel de tornasol, cuando estas sales son solubles. Asi que se trata de aumentar la cantidad de base, la sal queda insoluble, y desde este momento sus caracteres de neutralidad no se manifiestan.

885. Puede muy bien llegarse á demostrar por un esperimento directo, que existen diferencias reales en la capacidad de saturacion de los diversos óxidos con dósis igual de oxígeno. Tomaremos, por ejemplo, una sal bien caracterizada, el nitrato de plata, que puede obtenerse en disolucion muy neutra al papel del tornasol; y en la que muchos metales precipitan la plata y la sustituyen, sin que la relacion entre el ácido y el oxígeno del óxido se encuentre alterada de modo alguno.

El nitrato neutro de plata puede descomponerse en efecto por el cobre, el mercurio, el zinc y el hierro. En esta susti-

tucion puede reemplazarse cada átomo de plata por un átomo de cualquiera de estos metales ; pero la disolucion de estas nuevas sales en vez de ser neutra como lo era la de plata, se convierte en ácida. Esto consiste sin duda en que el óxido de plata es una base mas poderosa que los óxidos que la reemplazan, lo que demuestra ademas la facultad que goza de formar sales neutras al papel de tornasol, y que estos óxidos no poseen.

887. A la misma consecuencia llegaremos, aunque por otro procedimiento, discutiendo la composicion de las sales amoniacales.

M. Gay-Lussac ha establecido la verdadera ley de composicion de las sales amoniacales. Este observador mira como sales neutras aquellas en las cuales el volúmen del radical del ácido es al volúmen de la base como 1 es á 2. Estas sales efectivamente, corresponden muy bien por su neutralidad á lasque estan formadas de un átomo de ácido y un átomo de base oxigenada, conteniendo ellas solamente un átomo de oxígeno. Pero hallaremos dificultad en creer que todas las sales amoniacales sean igualmente neutras, y aun puede admitirse con alguna apariencia de razon que con respecto á este punto, se diferencian mucho entre sí. Para probarlo basta tender la vista sobre los diversos elementos de que se componen lo que se llaman clorato neutro é hidro-clorato neutro de amoniaco.

Clorato de amoniaco neutro............=	Cloro.....1 Oxígeno. 2,5	Saturado por 2 volúmenes de gas amoniaco.
Hidro-clorato de amoniaco neutro......=	Cloro.....1 Hidróg...1	Saturado por 2 volúmenes de gas amoniaco.

Si en una y otra de estas sales se suprimen los dos cuer-

pos comunes, es decir, el volúmen de cloro, y los dos volúmenes de amoniaco, quedarán por una parte 2,5 de oxígeno y por otra un solo volúmen de hidrógeno, cuerpos cuyas propiedades eléctricas son enteramente opuestas. Seria, pues, necesario, para que las dos sales fuesen neutras, que un solo átomo del cuerpo mas electro-positivo que se conoce, tuviera la misma capacidad acidificante que 2,5 átomos del cuerpo mas electro-negativo; lo cual no es admisible.

Asi vemos en una multitud de casos al hidro-clorato de amoniaco hacer el papel de base, pudiendo combinarse con el bi-cloruro de mercurio, lo mismo que el hidro-iodato de amoniaco con el bi-ioduro de mercurio: en estos dos casos el hidro-clorato y el hidro-iodato hacen el papel de base evidentemente. Vemos ademas las sales amoniacales formadas por dos ácidos muy oxigenados, como el ácido nítrico, etc., aproximarse por la semejanza de sus caracteres á ciertas sales susceptibles de unirse á unos compuestos binarios que parecen jugar con respecto á ellos el papel de base.

888. En fin, por otra clase de consideracion nos hallamos conducidos á la misma consecuencia. En efecto, las sales aunque compuestas de tantos elementos diversos son tambien susceptibles de unirse entre sí. Cualquiera que sea la idea que se forme de las fuerzas que presiden á las combinaciones químicas es preciso admitir que el estado de saturacion no se halla realizado todavia en las sales simples, puesto que aun conservan la facultad de obrar químicamente entre sí.

El estado de saturacion tal cual se mira ordinariamente dará efectivamente por resultado una indiferencia absoluta entre los cuerpos que le hayan contraido. Un cuerpo compuesto de un ácido y de una base puede conservar el caracter ácido ó

el caracter básico segun los elementos que predominan, ó bien ofrecer una neutralidad perfecta si los elementos se equilibran mútuamente. En este último caso el compuesto no podrá ya formar combinaciones químicas, porque no podrá hacer con respecto á otro cuerpo el papel de base ni el de ácido indispensable para la combinacion.

Luego como no hay ninguna sal que no pueda formar sales dobles, está por consecuencia demostrado que no existe ninguna sal neutra.

Asi para limitarnos á un solo ejemplo, el sulfato de potasa aunque neutro con el papel de tornasol se une al sulfato ácido de alúmina para formar el alumbre, y en esta sal doble no se puede negar que uno de los compoestos sea el ácido y el otro la base.

889. De estos hechos es preciso concluir que no existen ningunas sales verdaderamente neutras, que todas son ácidas ó básicas, y que es necesario clasificarlas como á los óxidos y á los cloruros en dos secciones distintas. Reconoceremos sin embargo, que hay algunas que pueden mirarse como indiferentes ; pero esta propiedad resulta mas bien de la naturaleza de su ácido ó de su base, que de su ley de composicion.

Una clasificacion bien hecha de las sales bajo este punto de vista suministraria sin duda grandes servicios á la ciencia. Pero cuántas dificultades se presentan para llegar á realizarla! ¿Dónde hallar el medio de medir el grado ácido ó alcalíno de las sales que no se puede observar en el estado neutro? ¿Cómo apreciar estas propiedades en las sales insolubles? Estas son otras tantas cuestiones que deben mirarse por el momento como rodeadas de dificultades. Parece sin embargo, que el examen de las relaciones eléctricas de las sales entre sí seria de tal

naturaleza que podria conducirnos sobre este punto á resultados de una importancia considerable.

En el estado de la cuestion es preciso admitir por principio que no existen sales neutras, aunque muchas parecen serlo por los reactivos ordinarios. En consecuencia de esto, si admitimos la palabra neutra con respecto á las sales es por un lenguaje de convencion, sirviéndonos esta voz para distinguir las sales de la misma composicion atómica, aquellas que parecen contener para un átomo de ácido un átomo de oxígeno en la base, y que parecen aproximarse tanto cuanto lo permite la naturaleza de sus elementos á este estado de neutralidad que no poseen sin embargo.

Examinemos ahora las propiedades generales de las sales limitándonos á las oxigenadas, como ya hemos anunciado anteriormente.

890. *Propiedades físicas.*—Todas las sales son sólidas; susceptibles de cristalizar cuando pasan poco á poco del estado líquido al estado sólido.

Las sales se nos presentan bajo diferentes matices; las de las dos primeras secciones son incoloras á escepcion de los cromatos. En general, siempre que el óxido y el ácido son incoloros, lo son las sales tambien, y su color varia cuando el óxido esta coloreado como lo demuestra la tabla siguiente. Se observa, y es un punto muy importante que las sales de la misma base tienen el mismo color.

Tabla del color de las diferentes sales inclusos los cromatos.

Sales de circonio	blancas, algunas veces amarillentas.
—torino............................	blancas.

—aluminio	id.
—ytrio	id.
—magnesio	id.
—calcio	id.
—estroncio	id.
-bario	id.
—potasio	id.
—sodio	id.
—zinc	id.
—estaño	id.
—cadmio	id.
Subsales de protóxido de hierro en gelatina	de un blanco verdoso.
Sales neutras de protóxido de hierro disueltas y cristalizadas	de un verde esmeralda.
En gelatina	de un blanco verdoso.
Subsales de sesqui-óxido de hierro.	de un amarillo de ocre.
Sales neutras de sesqui óxido de hierro disueltas ó cristalizadas.	de un amarillo rojizo.
Sales ácidas de sesqui-óxidos de hierro	muy poco coloreadas.
Sales de protóxido de manganeso.	blancas.
Ciertas sales de manganeso	de un rosa violado.
Sales de cromo en disolucion	de un verde claro.
Sales de antimonio	blancas, algunas veces un poco amarillentas.
—deutóxido de urano	amarillas ligeramente verdosas.
—titano	blancas ligeramente amarillas.
—protóxido de cério	blancas.

—deutóxido de cerio........	amarillas.
—neutras ó ácidos de cobalto	rosa violado.
Subsales de cobalto..................	de un azul violado.
Sales neutras ó ácidos de bismuto.	blancas.
—de teluro	id.
—neutras de bióxido de cobre.	azules.
—ácidos de bióxido de cobre..	verdes ó verdosas.
Subsales de bi-óxido de cobre......	azules ó verdes.
Sales de niquel. en disolucion ó en cristales...	verdes.
Sales de niquel. en gelatina......	de un blanco verdoso.
—neutras ó ácidos de plomo.	blancas.
Subsales de plomo. en gelatina...	id.
Subsales de plomo. fundidas......	amarillas.
Sales neutras ó acidos de protóxido de mercurio..................	blancas.
Subsales de protóxido de mercurio.	de un blanco gris ó amarillento.
Sales neutras ó ácidas de bióxido de mercurio..................	blancas.
Subsales de bióxido de mercurio.	amarillas ó de un amarillo naranja.
Sales neutras de plata.............	blancas.
Sales neutras ó ácidas de rodio de paladio........................	de un rosa rojo.
Sales neutras ó ácidas de deutóxido de oro........................	de un amarillo de oro.
Subsales de deutóxido de oro......	amarillentas.
Sales neutras ó ácidas de deutóxido de platino........................	de un amarillo un poco anaranjado.
Sales de protóxido de platino......	verdosas.

Sales de iridio......................	rojas ó azules, en disolucion.

891. El sabor de las sales es mas ó menos marcado segun su solubilidad en el agua. Las que son insolubles no tienen sabor. En general, las sales de una misma base tienen el mismo sabor constantemente; es preciso esceptuar las sales de potasa y de sosa. El sabor de las sales es tambien un caracter bastante importante por sus relaciones con la naturaleza de la base, y muchas veces se hace uso de él para reconocer estos cuerpos.

Tabla del sabor de las diferentes sales.

Sales de circona.......	estípticas.
torina........	id.
ytria.........	azucaradas.
glucina......	
alumina.	astringentes.
magnesia....	amargas.
cal..........	picantes.
estronciana .	
barita........	
potasa	sabor variable.
sosa..........	
litina	
Plomo	azucaradas, despues acres, estípticas.
niquel.......	
cerio.........	

Otras sales ademas...	muy acres, muy estípticas, escitan fuertemente la saliva, dejando un sabor tan fuerte y desagradable que es imposible soportarle, este sabor es el que se llama *sabor metálico.*

Todas las sales sin escepcion son mas pesadas que el agua.

892. *Propiedades químicas.*— Los fenómenos químicos que se observan en las sales estan las mas veces ligados á la accion del agua sobre estos cuerpos. Es preciso por lo tanto examinar esta accion antes de estudiar estos fenómenos detenidamente. El agua disuelve ciertas sales al paso que no tienen accion sobre otras. Al disolverlas origina fenómenos muy complicados que vamos á esplicar. Cuando el agua disuelve una sal la temperatura del líquido se eleva ó desciende. Hay produccion de calor cuando la sal está privada de agua, y puede combinarse con ella. Por el contrario, hay descenso de temperatura las mas veces cuando la sal está saturada de agua, y no hace otra cosa que disolverse. Asi el yeso calcinado al amasarle en el agua produce calor, mientras el sulfato de magnesia al disolverse hace descender muchos grados el termómetro. En el primer caso hay combinacion del agua con la sal; en el segundo solo hay una disolucion. La sal al pasar del estado sólido al estado líquido absorve calor en ambos casos; y si en el primero no hay descenso de temperatura es porque la sal al combinarse con el agua produce mayor cantidad de calor que la que absorve para pasar al estado líquido; y este esceso de calor es el que se hace sensible. Cuando la sal se disuelve en el agua el descenso de temperatura proviene del calórico absorvido por la sal para pasar al estado de disolucion.

893. Hay muchas sales que contienen agua combinada. Esta agua combinada ó agua de cristalizacion está repartida en todas las partes del cristal; algunas veces constituye la mitad de su peso. Esta cantidad de agua para una sal es siempre la misma en todos los cristales de la misma forma. Pero ademas del agua de combinacion ó de cristalizacion contienen todas las sales una pequeña cantidad deagua interpuesta entre las láminas de que está formado el cristal. Este líquido no es agua pura sino una disolucion saturada de sal que se queda aprisionada, digámoslo asi, en el momento en que las láminas que forman el cristal se sobreponen. El agua interpuesta es mucho menos abundante que la de cristalizacion. Se reconoce si los cristales contienen agua de cristalizacion ó agua interpuesta sometiéndolos repentinamente á una temperatura elevada. En el último caso produce la sal una decrepitacion sin perder nada de su trasparencia. Este fenómeno es debido á que el agua tiende á reducirse á vapor, para lo cual rompe y esparce por el aire las partes salinas que se oponen á su paso. Si los cristales contienen agua combinada la pierden por el fuego, y se vuelven opacos, ó bien se funden en su agua de cristalizacion esperimentando la *fusion acuosa*. Si una sal contiene á la vez agua de cristalizacion y agua interpuesta apenas produce decrepitacion por el fuego, y se vuelve opaca. Pero no siempre es facil saber si una sal contiene agua de cristalizacion solamente; sin embargo, puede reducirse la sal á polvo muy fino y comprimirla entre dos hojas de papel de filtro; este permanecerá seco si la sal no contiene agua interpuesta, y se humedecerá en el caso contrario.

Es evidente segun lo que precede que siempre que la sal se combine con el agua disolviéndose en ella habrá produccion de calor, y que por el contrario se producirá frio, si

efectúa esclusivamente una disolucion. En estas consideraciones estan fundadas las mezclas frigoríficas. Todos los cuerpos solubles en el agua obran del mismo modo que las sales.

894. Si en vez de poner el agua líquida en contacto con un cuerpo que tenga mucha afinidad con ella se reemplaza por el agua sólida ó hielo, en este caso el descenso de temperatura será mucho mas considerable; el frio producido por la fusion de los dos cuerpos solidos será tanto mayor cuanta mas pronta sea la disolucion y la cantidad de materia disuelta mas considerable.

Las sales delicuescentes son las que se disuelven en mayor cantidad y con mas prontitud; estas son tambien las que producen los frios mas considerables.

En general, para producir el frio artificial es necesario satisfacer las condiciones siguientes: la sal debe estar combinada con toda el agua de que sea susceptible; sin esta precaucion al tiempo de hacer la disolucion habrá desprendimiento de calor, y de consiguiente una disminucion del frio que se quiere producir. El hielo y la sal deben estar muy divididos y mezclados con cuidado y prontitud. La division de la materia se hace necesaria en esta circunstancia para aproximar todo lo posible las moléculas de los dos cuerpos que deben unirse. Por la misma causa debe hacerse la mezcla íntima y pronta, porque el frio que se produce repentinamente llega de esta manera á su máximo sin la pérdida que resultaria infaliblemente por la tendencia que tienen todos los cuerpos á penerse en equilibrio de calor. En lugar del hielo es mucho mejor, si la ocasion lo permite, servirse de nieve recien caida, porque ésta se halla en un estado de division mayor del que puede darse ordinariamente al hielo. La cantidad de sal y de

nieve no es indiferente; estas proporciones deben ser tales que se fundan uno y otro sin que resulte un esceso. Las proporciones diferentes producen resultados desventajosos. Las mezclas deben hacerse en vasos delgados que sean malos conductores del calor; los de arcilla y de vidrio son los mas convenientes. La mezcla se coloca poniendo alternativamente una capa de sal y otra de nieve, y agitándola en todos sentidos con una espátula de madera.

895. Cuando se ha de producir un frio muy intenso deben enfriarse tambien antes de la mezcla las materias que la componen; para esto se ponen separadamente en vasos que se colocan en otra mezcla frigorífica conveniente. Cuando el equilibrio de temperatura se ha establecido se mezclan como acabamos de decir la nieve y la sal.

Los frios artificiales se producen de muchas maneras ya sea disolviendo las sales en el agua ó en los ácidos debilitados, ya tratando la nieve por estos mismos ácidos, ó ya disolviendo un cuerpo cualquiera en cualquiera líquido, con tal que no se combine con él, en cuyo caso producirá un efecto contrario al que se desea.

Vamos á dar algunas tablas estractadas de las memorias de Lowitz y de Walker sobre los frios producidos por diversas mezclas frigoríficas.

Tabla de las mezclas frigoríficas.

Mezclas de sales y ácidos dilatados en agua.		Descenso del termómetro.
Hidroclorato de amoniaco..	5 partes.	de $+10°$ á $-12°,22$
Nitrato de potasa...........	5.........	
Agua.........................	16.........	

Nitrato de amoniaco........	1.........	de+10° á—13°,88
Carbon de sosa.............	1.........	
Agua........................	1.........	
Nitrato de amoniaco........	1.........	de+10° á—15°,55
Agua........................	1.........	
Hidroclorato de amoniaco..	5.........	de+10° á—15°,55
Nitrato de potasa...........	5.........	
Sulfato de sosa..............	8.........	
Agua........................	16.........	

Mezclas de sales y ácidos dilatados en agua.		Descenso del termómetro.
Fosfato de sosa.............	9 partes.	de+10° á— 6°,11
Nitrato de amoniaco........	6.........	
Acido nítrico dilatado en agua......................	4.........	
Sulfato de sosa.............	6.........	de+10° á—10°
Nitrato de amoniaco........	5.........	
Acido nítrico dilatado......	4.........	
Fosfato de sosa.............	9.........	de+10° á—11°,11
Acido nítrico dilatado......	4.........	
Sulfato de sosa.............	6.........	de+10° á—12°,22
Hidroclorato de amoniaco..	4.........	
Nitrato de potasa...........	2.........	
Acido nítrico dilatado......	4.........	
Sulfato de sosa.............	3.........	de+10° á—16°,11
Acido nítrico dilatado......	2.........	
Sulfato de sosa.............	8.........	de+10° á—17,77
Acido hidro-clórico..........	5.........	

Mezclas de nieve y de sales, ó de alcalí ó de ácido dilatado.		Descenso del termómetro.
Nieve Sal marina	1 parte. 1	de 0° á—17°,77
Cloruro de calcio Nieve	3 2	de 0° á—27°,77
Potasa Nieve	4 3	de 0° á—28°,33
Nieve Acido sulfúrico dilatado	1 1	de—6°,66 á—51°
Nieve ó hielo molido Sal marina	2 1	de—17°,77 á—20°,55
Nieve y ácido nítrico dilatado	»	de—17°,77 á—45°,33
Hidro-clorato de cal Nieve	2 1	de—17°,77 á—54°,44
Nieve ó hielo molido Sal marina Hidro-clorato de amoniaco y nitrato de potasa	1 5 5	de—20°,55 á—27°,77
Nieve Acido sulfúrico dilatado Acido nítrico dilatado	2 1 1	de—23°,33 á—48°,88
Nieve ó hielo molido Sal marina Nitrato de amoniaco	12 5 5	de—27°,77 á—31°,66

Hidro-clorato de cal.......	3........	de—40°, á —58°,33
Nieve.....................	1........	

Acido sulfúrico dilatado..	10........	de—55°,55á—68°,33
Nieve.....................	8........	

896. Las sales que contienen una gran cantidad de agua la pierden por el calor, esperimentan la fusion acuosa y se desecan á medida que el agua se volatiliza. Las que contienen agua interpuesta decrepitan sus moléculas con mas ó menos fuerza ; el agua al evaporarse rompe las láminas salinas que se oponen á su paso y las esparce por el aire. Si se continúan calentando las sales se desecan. Hay cierto número de sales que esperimentan una segunda fusion que se llama *fusion ignea* , para lo cual hay que calentarlos á una temperatura elevada , siempre que no sean susceptibles de sufrir descomposicion por esta temperatura. La fusion ignea se verifica ordinariamente cuando el ácido y el óxido son muy fusibles.

Al describir los géneros y las especies manifestaremos las sales que sufren ó no descomposicion por el calor.

897. *Accion de la pila.*—Cuando se hace obrar el fluido eléctrico sobre una sal húmeda ó disuelta , esta se descompone siempre. Siendo la pila poderosa , el ácido se trasporta en ciertos casos al polo positivo , y la base al polo negativo. En otros se descompone tambien el óxido , y el metal únicamente se dirige al polo negativo , y al positivo se dirigen el oxígeno del óxido y el ácido.

Las sales de la segunda seccion bien estén húmedas, bien disueltas , se conducen siempre como se ha dicho en el primer caso. La accion es la misma para las sales de la primera que se hallan disueltas; pero todas las sales á escepcion

de las de la segunda seccion, cuando estan húmedas y bajo la influencia de una pila poderosa, se descomponen de manera que el metal se dirige solo al polo negativo, mientras que el oxígeno del óxido y el ácido se dirigen al otro polo. La accion se modifica cuando la pila es débil; en este caso no se verifica la reduccion del óxido de las sales de la primera seccion, ni aun la de los óxidos de las sales de la tercera cuando estan disueltos.

898. Estos esperimentos se disponen del modo siguiente: si se opera sobre una sal en disolucion, y se pretende separar la base del ácido, se coloca en un tubo la disolucion de la sal y en otro agua pura; se hacen comunicar los dos líquidos por medio de un pedazo de amianto bien lavado y humedecido, y se introducen en seguida los hilos de la pila uno en cada tubo, se pone la pila en actividad y la descomposicion se manifiesta muy en breve. El tubo en que se ha introducido el hilo negativo no tarda en contener al óxido libre ó al metal reducido; y en el en que se halla el hilo positivo contiene al ácido libre, ó los productos que pueden resultar de su descomposicion.

899. Algunos ejemplos harán estos resultados mas claros. Si en dos vasos reunidos ó comunicados por el amianto humedecido se introduce agua en el uno, y una disolucion de sulfato de sosa en el otro, se obtendrá ácido sulfúrico en el polo positivo, y sosa en el negativo.

Sustituyendo el sulfato de sosa con el sulfato de cobre, se obtendrá ácido sulfúrico en el polo positivo, y cobre metálico en el negativo, y al mismo tiempo habrá por el polo positivo un desprendimiento de oxígeno.

Aumentando la fuerza de la pila y empleando una sal perteneciente á los metales de las tres últimas secciones, se

modificarán los fenómenos. El ácido podrá tambien sufrir la descomposicion. Asi el nitrato de plata producirá en el polo positivo un abundante desprendimiento de gas oxígeno, y en el polo negativo se desprenderá el azoe y se hallará la plata metálica. El sulfato de plata producirá tambien oxígeno por el polo positivo, mientras el negativo se cubrirá de una capa de sulfuro de plata.

900. M. Becquerel ha probado que todos estos fenómenos pueden obtenerse por medio de pilas muy débiles, con tál que se prolongue su accion durante algun tiempo. Resulta de esta disposicion como se puede esperimentar, que los productos depositados toman generalmente formas cristalinas regulares. Esto sucede las mas veces en los casos en que los cuerpos se solidifican con lentitud. Estos aparatos han producido ademas en muchas ocasiones combinaciones nuevas, cuya formacion no podria estar prevista. En general es suficiente un solo par voltáico para determinar estas nuevas y curiosas reacciones. M. Becquerel ha encontrado que aun el elemento formado de dos metales ofrece demasiado poder, y ha reemplazado muchas veces uno de estos metales por el carbon. En fin, el contacto de dos cuerpos conductores basta las mas veces para producir efectos sensibles con las sales de las tres últimas secciones, cuando el esperimento se prolonga el tiempo suficiente.

901. *Accion de los cuerpos no metálicos.*—El cloro trasforma las proto-sales de hierro, de estaño y de cobre en sales de peróxido; se apodera de una parte del metal de la base y forma un cloruro. El oxígeno del metal reducido hace pasar á un grado de oxidacion superior al óxido que ha quedado sin descomponer. El bromo y el iodo deben producir efectos análogos á los del cloro. El azoe no tiene accion en frio

ni en caliente. La del hidrógeno, del boro, del carbono, del fósforo y del azufre por el intermedio del calor, varía segun la naturaleza de las sales. Al esponer la historia de las diversas especies hablaremos de aquellas que juzguemos de alguna utilidad.

El oxígeno puede obrar sobre algunas sales aun á la temperatura ordinaria, con tal que estén húmedas ó disueltas. En seco no tiene accion sobre estas sales á una temperatura baja. La accion del oxígeno puede dirigirse sobre el ácido, y entonces en general la nueva sal que se forma queda en el mismo estado de saturacion que aquel de que proviene. Asi el aire trasforma los sulfitos neutros en sulfatos neutros tambien. La accion del oxígeno puede dirigirse sobre la base, y en este caso la sal se hará mas básica. Por esto el sulfato neutro de protóxido de hierro se trasforma en sub-sulfato de peróxido, que es insoluble. El aire por su oxígeno obra del mismo modo.

902. *Accion de los metales.*—Lo que vamos á esponer de la accion de los metales sobre las disoluciones salinas, solo se refiere á los metales de las cuatro últimas secciones, porque los de la primera obrando sobre el agua que tienen las sales en disolucion se trasforman en óxidos, dejan de obrar como metales, y solo ejercen su accion como bases salificables. La accion de los metales de la segunda seccion no es conocida. Por último, las disoluciones salinas de estas dos primeras secciones no esperimentan ninguna alteracion de parte de los otros metales.

No se hallan en igual caso los metales y las sales de las cuatro últimas secciones. A veces uno de estos metales puesto en contacto con una sal disuelta, se apodera del oxígeno y del ácido, y desaloja al metal que pertenecia á la sal. La sal

por esto no cambia en su estado de saturacion, ni se observa por lo tanto desprendimiento alguno de gas.

Sales cuyas disoluciones son irreducibles por los metales.	Sales cuyas disoluciones son reducibles por ciertos metales.		
Sales de las dos primeras secciones. —de zinc. —de hierro. —de cromo. —de cobalto. —de cerio. —de urano. —de titano. —de niquel.	Sales de estaño. —de antimonio. —de arsénico. —de bismuto. —de plomo. —de cobre (1). —de teluro.		reducibles por el hierro, el zinc, y tal vez el manganeso.
	Nitratos de mercurio..............	reducibles por el hierro, el zinc, y todos los que le preceden.........	
	Sulfatos de plata (2)........... —de paladio.... —de rodio...... —de platino.... —de oro........ —de osmio.....	reducibles por el zinc, el hierro, el manganeso, el cobalto, y todos los que preceden á la plata........	

903. La química analítica y las artes han sacado un partido tan útil de estas reacciones, que se hace indispensable examinarlas con alguna atencion.

(1) El acetato de cobre es reducible por el plomo.
(2) El nitrato de plata es reducible por el cobalto.

Para que un metal sea susceptible de precipitar á otro de sus disoluciones, es necesario incontestablemente que posea en un grado mas superior que él la tendencia á unirse ya sea con el oxígeno, ya con los ácidos cuando se halla en el estado de óxido. Pero esta condicion no es suficiente, es necesario ademas, que el metal precipitante puesto en contacto con el metal precipitado, haga con respecto á este el papel positivo. De lo contrario, desde los primeros instantes de la precipitacion, se suspenderá el efecto, y se producirá en sentido inverso ó por mejor decir; no podrá manifestarse. Concibamos por ejemplo, que en una disolucion de plomo se introduzca un pedazo de estaño, parece que en virtud de la mayor facilidad con que se oxida este metal debe apoderarse del oxígeno y precipitar al plomo. Pero si esto pudiera suceder, el plomo y el estaño formarian un elemento de la pila, en el cual el plomo seria positivo y el estaño negativo. El plomo desde entonces se apoderaria del oxígeno y del ácido, se disolveria de nuevo y el estaño se precipitaria á su vez; de aqui se deduce que el estaño no puede obrar sobre las sales de plomo.

Para dar principio á la accion es de toda precision que los metales precipitantes se hallen mas dispuestos á unirse con el oxígeno y con los ácidos que los metales precipitados. Para que la accion sea contínua es necesario ademas que los metales precipitantes sean positivos con respecto á los metales precipitados.

904. La precipitacion de los metales no se verifica bien sino en las disoluciones acuosas un poco dilatadas; y muchas veces para que el efecto sea pronto es necesario que estén ligeramente aciduladas. Por otra parte la nueva sal que ha de formarse con el metal sustituyente, debe ser soluble, sin cuya circunstancia el efecto se detendrá bien pronto.

Los metales precipitados se depositan en forma ya de polvo, ya de cristales ó ya en capas delgadas. En los dos primeros casos la accion es contínua; en el último se detiene algunas veces. Por esto cuando se introduce el hierro en el nitrato de plata el hierro se cubre de una capa de plata muy fina. Muchas veces el efecto se detiene y el hierro deja obrar.

De esta suerte se halla preservado de la accion del ácido nítrico, aun añadiéndole en esceso.

Efectivamente, en este caso el hierro no se halla ya en contacto ni con la disolucion de nitrato de plata ni con el ácido. La plata al formar sobre la superficie del hierro una capa delgada se constituye en un estado electro-negativo que la preserva por algun tiempo de la accion del ácido nítrico en esceso. De suerte que este ácido aun caliente puede permanecer mucho tiempo sin accion en contacto con el hierro añadiendo al licor un poco de nitrato de plata. Fenómenos análogos se presentan en todos los casos en que se emplea en las artes la precipitacion de los metales para dorar y platear las piezas de cobre ó de laton.

Cuando el metal precipitado se deposita en polvo ó en cristales, es evidente que el contacto continúa, y de consiguiente el efecto no puede ser limitado.

Muchas veces el metal precipitado se alea con el precipitante. Esto se verifica siempre cuando se opera la precipitacion por medio del mercurio. Asi las sales de plata y oro precipitadas por el mercurio no suministran á estos metales en su estado de pureza sino unas amalgamas de oro y plata. Esta última cristaliza muy bien en agujas largas, y forma de este modo lo que se conoce bajo el nombre de *árbol de*

Diana. El mismo efecto parece que se produce en la precipitacion de las sales de plata y oro por medio del cobre; el oro y la plata precipitados se alean con una porcion del cobre.

El plomo se precipita ordinariamente en hermosos cristales luminosos. El zinc puesto en contacto con una disolucion de acetato de plomo produce el *árbol de Saturno*. La plata se deposita muchas veces en forma cristalina; pero muchas tambien bajo la forma de capas muy delgadas dotadas de brillo metálico pero sin apariencia cristalina.

El cobre se precipita siempre en capas informes con brillo metálico. El mercurio se separa en pequeñas gotas. Todos los demas metales se precipitan bajo la forma de un polvo moreno ó negro, en el cual no se reconoce sino con mucha dificultad el caracter metálico.

905. En todas estas precipitaciones, el metal precipitante se apodera del oxígeno y del ácido, el metal de la sal se deposita y el efecto se detiene si se pone fin al esperimento. En el caso contrario, los dos metales forman un elemento de la pila, que obra sobre la nueva sal formada y la descompone á su vez.

906. *Accion de las bases.*—La accion que ejercen las bases salificables sobre las sales no ha sido bien examinada, sino cuando estas y el óxido se hallan en el estado de disolucion. Todas las disoluciones salinas de las cinco últimas secciones, se descomponen por la potasa, la sosa, la littina, la barita, la estronciana y la cal; estas bases se apoderan de todo el ácido de la sal y precipitan su óxido en el estado de hidrato, sobre el cual obran en seguida, segun la propiedad de cada una de ellas. La potasa y la sosa, vertidas en esceso sobre las sales de glucina, de aluminia, de zinc, de deutó-

xido de estaño, de antimonio, de plomo, etc., redisuelven los precipitados que forman.

907. Anteriormente hemos emitido sobre estas reacciones importantes, una opinion que es necesario reproducir aqui.

Toda sal en presencia de una base, tiende á cederla una porcion del ácido que contiene, y aun puede abandonarle en su totalidad, y esperimentar una descomposicion completa si la base de la sal es insoluble, si la base es soluble y si por otra parte la sal empleada y la nueva sal que se forma son solubles una y otra. Para que esta reaccion sea limpia, es necesario ademas que las dos bases no puedan combinarse ni formar una doble sal soluble.

Asi, la potasa vertida sobre una disolucion de bi-óxido de cobre, precipita un hidrato de bi-óxido, y se forma una sal soluble de potasa. El óxido de cobre puesto en libertad queda unido con una pequeña cantidad de la potasa empleada; pero este resultado puede considerarse como accidental y consecutivo á la primera accion.

Poniendo en una sal de aluminia una disolucion de potasa, determina desde luego la formacion de una sub-sal aluminosa insoluble. La potasa se apodera de la mayor parte del ácido; si se añade un esceso de potasa, toma todo el ácido restante y la alumina que se encuentra libre se disuelve en el esceso de potasa. La combinacion de la alumina con la potasa se forma tambien aqui, por un efecto consecutivo independiente de la reaccion principal.

Si se añade amoniaco á una sal de magnesia, se obtendrá un precipitado de magnesica, pero una parte de esta quedará unida al ácido, y la sal magnesio se unirá á la sal amoniacal

formada, para producir una sal doble soluble, sobre la que no tendrá accion un esceso de amoniaco.

Si se vierte agua de barita en una disolucion de sulfato de potasa, esta quedará libre: se formará un sulfato de barita insoluble, que se precipitará en el fondo del vaso.

Todos estos resultados se aplican por las mismas causas que determinan la mayor parte de las reacciones químicas. En una mezcla dada, la cohesion relativa de ciertos compuestos determina su formacion. Aqui todos los compuestos que se forman son insolubles en el agua y se producen sobre todo por esta causa.

908. El amoniaco es la base salificable mas poderosa, despues de los óxidos de la primera seccion; como estos descompone todas las sales de las demas secciones, se apodera del ácido y precipita en general los óxidos. Forma con las sales de magnesia sales dobles, y precipita una parte de la magnesia que no se disuelve en un esceso de amoniaco. Con las sales de zinc, de cobre y de niquel, produce precipitados muy solubles en el amoniaco, de donde resultan las sales dobles. El licor es de un hermoso azul celeste con las sales de cobre, de un azul violado con el niquel, é incoloro con las sales de zinc.

El amoniaco precipita las sales de cobalto y forma una sal doble; pero el hidrato de cobalto se disuelve con mucha dificultad en un esceso de amoniaco. La tendencia de esta base para formar sales dobles con la plata es muy grande; todas estas sales dobles son muy solubles. Con las sales de platino forma sales dobles de un color amarillo, y muy poco solubles. Con las de paladio, de rodio y de iridio forma tambien sales dobles.

La magnesia sigue al amoniaco. En cuanto á las otras bases salificables no se las puede señalar un rango bien exacto, porque no han sido sometidas á esperimentos bastante precisos. Sin embargo, se advierte que los óxidos que mejor neutralizan los ácidos son tambien aquellos que tienen mas tendencia á unirse con ellos; lo que permite mirar como las mas poderosas bases salidificables entre los óxidos insolubles á los óxidos de plata y de plomo, á los protóxidos de manganeso, de zinc y de hierro: estos óxidos podrán descomponer algunas de las sales formadas por los otro óxidos.

Por lo demas, la tabla espuesta (776) suministra sobre este asunto todas las indicaciones generales que han podido adquirirse de las observaciones practicadas sobre estas reacciones. Dificil es atribuir los resultados de este género á las causas que con tanta claridad esplican los precedentes. La descomposicion del nitrato de cobre por el óxido de plata no se puede por ejemplo concebir como un efecto de la solubilidad, porque los dos óxidos son insolubles, y el nitrato de cobre es mas soluble que el nitrato de plata. Aqui parece que las fuerzas químicas obran por sí solas y sin el concurso de la cohesion relativa que las complica muchas veces.

909. *Accion de los ácidos.*—Cuando se vierte un ácido sobre una sal, ó bien no tiene accion sobre ella, ó bien se apodera en su totalidad ó en parte de la base, ó bien aunque muy raras veces, se une á ella.

910. Un ácido puede ponerse en contacto con una disolucion salina, sin que esta aparente esperimentar ninguna alteracion. Esto se verifica siempre que se hace uso de una sal soluble, y que el ácido y la base de esta sal son solubles

tambien, asi como el ácido añadido y la nueva sal que puede resultar. Poniendo ácido sulfúrico en una disolucion de fosfato de sosa, no se presenta cosa alguna que indique una reaccion entre el ácido y esta sal. Puede concebirse que la base se divide entre los dos ácidos para formar dos sales ácidas. Tambien puede decirse que el nuevo ácido debe aproximarse á las moléculas de la base, como hemos esplicado en nuestra introduccion, de manera que la base se halla en equilibrio entre los dos ácidos. Por estas suposiciones se busca el modo de representar el hecho; pero por ningun método esperimental se puede llegar á decidir la cuestion.

911. Si el ácido se apodera enteramente de la base de la sal, el ácido que esta contiene debe en este caso ó precipitarse ó desprenderse, porque será insoluble ó gaseoso; ó bien la nueva sal formada debe precipitarse, porque será tambien insoluble. Asi el ácido sulfúrico descompone inmediatamente los carbonatos, y el ácido carbónico se desprende. Asi tambien descompone los arsenitos concentrados y el ácido arsenioso se precipita; y asi, en fin, descompone todas las sales de barita y forma sulfato de barita insoluble.

La cohesion y la elasticidad son por lo tanto en estos fenómenos las causas predominantes, y puede decirse que un ácido cuyo punto de ebullicion es elevado, desaloja de sus sales á todos aquellos que tengan un punto de ebullicion mas bajo. Cuando dos ácidos tienen un punto de ebullicion muy aproximado, se desalojan recíprocamente con tal que se ponga uno de ellos en gran esceso sobre la sal formada por el otro. Por esto el ácido acético en esceso descompone los hidro-clo-

ratos, y el ácido hidro-clórico en igual circunstancia descompone los acetatos.

912. Cuando el ácido se apodera de una parte de la base, se forman dos nuevas sales ácidas.

913. *Accion de las sales.*—La accion que ejercen las sales en disolucion unas sobre otras, se ha estudiado mucho mejor que la de las sales sólidas. En esta última circunstancia se sabe solamente que cuando se calcinan dos sales que por el cambio de su ácido y de su base pueden formar una sal fija y una sal volátil, se descomponen y la sal volátil se desprende.

Si se mezclan dos sales disueltas en el agua que por su reaccion puedan formar ya sea dos sales insolubles, ya una sola de estas, la descomposicion se verificará siempre, y las sales insolubles se precipitarán. Vertiendo sulfato de sosa en una disolucion de nitrato de barita se precipita sulfato de barita y queda en disolucion nitrato de sosa.

Berthollet que ha demostrado el primero la influencia real de la cohesion de la elasticidad en la accion recíproca de los cuerpos, se ha servido de las reglas que ha sacado de esta influencia para esplicar todos los fenómenos relativos á las reacciones de las sales. En el caso en que se forma una sal insoluble la reaccion es tan limpia, la causa que la produce tan evidente que no puede quedar la menor duda. Lo mismo sucede cuando se calientan dos sales que pueden dar orígen á una sal volátil.

914. La dificultad es mucho mayor cuando se trata de esplicar los resultados relativos á la reaccion de dos sales solubles susceptibles de originar sales solubles tambien por

su mútua descomposicion: el nitrato de potasa y el sulfato de sosa por ejemplo.

Sin embargo, los mismos principios esplicarán tambien en este caso las descomposiciones que se pueden efectuar. Entre las sales posibles se separará la menos soluble. Pero las diferentes condiciones en que puede hallarse colocada la disolucion harán variar las relaciones de solubilidad, y por consiguiente la naturaleza de las sales que podrán separarse. Mucho distamos todavia de poder determinar con exactitud esta clase de resultados. Seria necesario para esto conocer la solubilidad relativa de las sales á todas las temperaturas partiendo desde el punto de congelacion hasta el de ebullicion. Cuando se mezcla sulfato de sosa y nitrato de potasa, la mezcla tiende á formar ordinariamente sulfato de potasa y nitrato de sosa, porque de las cuatro sales posibles el nitrato de sosa es el mas soluble, y el sulfato de potasa el menos.

915. Para precisar mejor las ideas sobre estas cuestiones tan importantes voy á presentar aqui algunos ejemplos análogos á los precedentes.

Supongamos que se han puesto en contacto sal marina y ácido sulfúrico ó bien sulfato de sosa y ácido hidro-clórico, y que estas materias se han dilatado en una gran cantidad de agua. A 14°,7 la solubilidad de la sal marina y la del sulfato de sosa son las mismas, de donde se sigue que á esta temperatura las fuerzas que tienden á determinar la produccion del sulfato de sosa y la de la sal marina son iguales en lo relativo á la cohesion. La naturaleza del compuesto formado durante la evaporacion practicada á esta temperatura estará pues determinada solamente por la tendencia de uno de los ácidos á unirse al agua, ó bien por su propension á tomar

el estado gaseoso. A una temperatura mas baja se obtendrá sulfato de sosa, y á una temperatura mas elevada sal marina; porque la primera es menos soluble que las otras antes de los 14,°7, y pasada esta temperatura se verifica lo contrario. Lo mismo se realiza si se pone en contacto la potasa con el cloruro de sodio ó la sosa en el cloruro de potasa; haciendo la evaporacion á 26.° podrán producirse uno ú otro de estos cloruros, porque ambos son igualmente solubles á este grado del termómetro, y las fuerzas que obran se hallan reducidos á la tendencia que la potasa y la sosa tienen á unirse con el agua, cuya tendencia no se ha medido con precision. Pasados los 26° se obtendrá sal marina, y antes de este término cloruro de potasio. Esto es por lo menos lo que indican en este caso las relaciones de solubilidad.

916. Resulta de todo lo espuesto que en una disolucion cualquiera en que se hallen muchos ácidos y muchas bases, no puede decirse de ninguna manera bajo qué forma de combinacion se hallan realmente dispuestos estos cuerpos. Cuando un compuesto se separa, ya sea por evaporacion, ya por enfriamiento, no puede de ningun modo demostrar circunstancia en que ha sido subformado anteriormente; antes bien, por el contrario, todo conduce á creer que su composicion se ha verificado en el momento de su aparicion. Por consecuencia, cuando los químicos en el analísis de un agua mineral distinguen las diversas sales que hacen parte de su composicion solo hacen unas suposiciones que facilitan la esposicion de los hechos, pero que debemos guardarnos de admitirlas como verdades demostradas.

917. Hasta ahora hemos razonado bajo la suposicion de que las sales no reaccionan unas sobre otras y que no cam-

bian su grado de solubilidad respectiva; pero no sucede asi precisamente. El sulfato de cal, por ejemplo, es insoluble en las disoluciones concentradas de sal marina, y se disuelve mucha mayor cantidad en las disoluciones débiles de esta sal que en el agua pura. Todas las sales pueden ofrecer mas ó menos variaciones análogas, y por esto los fenómenos que nos ocupan se hallan complicados hasta el punto de no poder esperar el descubrimiento de sus leyes sin haber recurrido á unos esperimentos directos, aun cuando todos los elementos relativos á la solubilidad de las sales no sean conocidos.

918. Las principales reacciones de las sales, estan pues colocadas bajo la influencia de unas fuerzas, cuya naturaleza es facil apreciar, y de las cuales puede muy bien concebirse la aplicacion en lo que pertenece á sus resultados generales. Asi cuando se hace variar la naturaleza del disolvente, las mismas ideas hallan su aplicacion.

El alcohol á diversos grados ofrece un disolvente mas débil para las sales que el agua. Pero en tanto que ciertas sales son enteramente insolubles en el alcohol, otras por el contrario pueden disolverse en una proporcion bastante considerable cuando no está demasiado concentrado. Vertido el alcohol sobre una mezcla de nitrato de cal y de cloruro de potasio, determina un precitado repentino de potasa y retiene al cloruro de calcio. El alcohol interviene aqui como lo haria un cambio de temperatura en los fenómenos precedentes. En razon de su cohesion, relativamente al disolvente actual, es como se separa de la disolucion uno de los cuerpos posibles.

919. Se advierte por todo lo que precede, que si las ideas generales son sencillas, su aplicacion exige nociones exactas tan variadas, que no es de admirar que las numerosas inves-

tigaciones de que las sales han sido el objeto, sean todavia insuficientes para pòder descender de las ideas generales á las aplicaciones particulares.

920. *Estado natural.*—En la naturaleza se encuentran un gran número de sales. Las mas abundantes son el carbonato de cal que entra en la composicion de la mayor parte de los terrenos fértiles que constituye los mármoles, la creta, la piedra de edificar, etc. Los silicatos naturales estan tambien muy repartidos y forman la mayor parte de la capa del globo. Las demas sales se hallan en masas menos importantes: ya hablaremos de ellas al hacer la historia del género ó de las especies.

921. *Preparacion.*—Cuando las sales no se encuentran en la naturaleza, ó si se encuentran se hallan mezcladas con otras sustancias, cuya separacion es muy dificil de efectuar, se preparan por uno de los procedimientos siguientes:

1.° Todas las sales pueden prepararse tratando directamente las bases por los ácidos.

2.° Pueden obtenerse tambien tratando sus carbonatos por un ácido; el gas ácido carbónico se desprende ordinariamente con efervescencia.

3.° Si la sal que se quiere obtener es involuble, podrá obtenerse por la via de las descomposiciones dobles: lo cual se consigue mezclando dos disoluciones salinas que por sus reacciones originen la sal insoluble que se desea. Si por ejemplo se quiere obtener un carbonato de barita, se verterá carbonato de potasa ó de sosa en una sal de barita soluble; se formará una sal de potasa ó de sosa y el carbonato de barita quedará precipitado.

4.° Por último, pueden obtenerse muchas sales, tratando

los metales por los ácidos. Algunos se disuelven en frio y otros solo por el intermedio del calor. Por este procedimiento se obtienen la mayor parte de los nitratos y los sulfatos. En ciertos casos el agua se descompone, su oxígeno se combina con el metal, el hidrógeno se desprende y el óxido formado se une al ácido. En otros, el mismo ácido se descompone en parte para oxidar al metal, y este óxido se une al ácido que ha quedado por descomponer.

922. *Usos.*—En las artes se emplean un gran número de sales, que mencionaremos á medida que vayamos haciendo su historia.

CAPITULO XVI.

Hidratos.

923. Esta es la ocasion de decir algunas palabras sobre las combinaciones que el agua puede formar con los óxidos metálicos. Proust, que ha llamado sobre ellas la atencion de los químicos, las ha distinguido bajo el nombre de hidratos que espresa bien su naturaleza. En la actualidad se consideran estos cuerpos como verdaderas sales en las que el agua hace las funciones de ácido.

La mayor parte de los óxidos metálicos pueden unirse al agua. Se esceptúan los óxidos salinos, y los peróxidos de potasio y de sodio que el agua descompone. Entre los óxidos salinos se encuentran algunos que pueden probablemente combinarse con este líquido.

924. La union del agua con los óxidos metálicos presenta todos los caractéres de las combinaciones químicas. En efecto, muchas veces se verifica con desprendimiento de calor

y algunas aun con desarrollo de luz. Esta union se hace en proporciones definidas y frecuentemente en muchas proporciones: en fin, los compuestos producidos resisten en muchos casos á las acciones descomponentes mas enérgicas. Asi el protóxido de bario puesto en contacto con el agua absorve á este líquido con tanta fuerza que se pone incandescente. Disuelto en caliente en el agua separa por el enfriamiento bajo la forma de cristales que estan compuestos de agua y de barita. Estos cristales pierden por el fuego una parte del agua que contienen, pero ni aun por un fuego rojo intenso pueden privarse de ella en su totalidad. El resíduo que se obtiene por esta operacion es otro hidrato tan bien definido como el primero.

925. Todos los hidratos son sólidos; los que estan formados por los óxidos blancos son blancos tambien: los que provienen de los óxidos coloreados, son tambien blancos algunas veces, pero ordinariamente estan coloreados. Su color es las mas veces muy diferente del que presenta el óxido que le produce.

926. Todos los hidratos á escepcion de los de potasa y sosa se descomponen por el fuego. El hidrato de barita resiste á una temperatura muy elevada; el de estronciana se descompone mas fácilmente, pero exige, sin embargo, un buen golpe de fuego. Los hidratos de las tres últimas secciones, por el contrario, se descomponen á una temperatura muy baja; asi el hidrato de bióxido de cobre que es azul se descompone y pasa al color negro cuando se le calienta aun en el agua á la temperatura de 50° á 60° c. Los hidratos terrosos son tambien fáciles de descomponer, y no pueden obtenerse puros sino con mucha dificultad. Su agua se desprende

cuando se trata de sacarlos; sin embargo, algunos de estos existen en la naturaleza.

Tres hidratos, que son los protóxidos de hierro, de manganeso y de estaño, son susceptibles de una descomposicion particular. Cuando se esponen á la accion del calor, descomponen el agua y se apoderan de su oxígeno. Los dos primeros pasan en este caso al estado de óxidos salinos: el tercero se trasforma en ácido estánico: el hidrógeno se desprende en ambos casos.

927. Los hidratos bajo la influencia de la pila se conducen como los óxidos.

928. Los cuerpos susceptibles de descomponer el agua obran siempre sobre los hidratos, aun sobre aquellos que no se alteran por el calor. Así el hidratado de potasa y el de sosa producen por el hierro al grado de fuego rojo, gas hidrógeno y potasio ó sodio. Con el carbon producen gas óxido de carbono, hidrógeno carbonado y potasio ó sodio.

929. Los ácidos descomponen siempre á los hidratatos, cuando estos son producidos por los óxidos básicos ó indiferentes. En esta reaccion se forman sales, y el agua queda en libertad. Las bases destruyen tambien los hidratos producidos por los óxidos ácidos: en este caso se forman sales y el agua queda libre.

930. Los hidratos de la primera seccion se preparan directamente, á escepcion los de potasa y sosa; los otros se obtienen las mas veces, tratando las sales formadas por sus óxidos, por medio de un esceso de potasa, sosa ó amoniaco. Estos hidratos se depositan en forma de copos que deben lavarse en frio y secarse al aire libre ó á la temperatura del agua hirviendo, cuando la pueden soportar.

Los ácidos metálicos hidratados pueden obtenerse cuando son insolubles, descomponiendo una de sus sales por otros ácidos mas poderosos.

En general, los hidratos mas estables y mas fáciles de preparar, son aquellos que resultan de la union de un átomo de óxido con dos átomos de agua.

FIN DEL TOMO II.

ÍNDICE

de las materias que contiene este tomo.

CAPITULO I.

LIBRO SEGUNDO.

CAPITULO I.

CAPITULO II.

CAPITULO III.

CAPITULO IV.

CAPITULO V.

CAPITULO VI.

CAPITULO VII.

CAPITULO VIII.

LIBRO TERCERO.

CAPITULO I.

CAPITULO II.

CAPITULO III.

CAPITULO IV.

CAPITULO V.

CAPITULO VI.

CAPITULO VII.

CAPITULO VIII.

CAPITULO IX.

CAPITULO X.

CAPITULO XI.

CAPITULO XII.

CAPITULO XIII.

CAPITULO XIV.

CAPITULO XV.

FE DE ERRATAS.

Páginas.	Líneas.	Dice.	Léase.
15....	7......	simetáicas	simétricas.
18....	15	quintales	quilates.
27....	8 y 9...	que no se hallan enrojecidos	que no se hayan enrojecido.
Id....	10	ardan mas lentamente	arderán mas lentamente.
33....	8	O, cimiento..........	O, cimento.
45....	12	acetado de potasa.....	acetato de potasa.
47....	13	acetiva................	acética.
51....	26	mezclando...........	mezclado.
52....	22	calcinado en el momento..............	calcinado, en el momento.
67....	20	1 volúmen semi-carbonado............	1 volúmen de hidrógeno semicarbonado.
76....	9	tobre la primera......	sobre la primera.
85....	2	no tiene calor........	no tiene color.

Páginas.	Líneas.	Dice.	Léase.
89....	2	sucedidas.............	sucesivas.
93....	11	en las minas..........	en láminas.
104....	24	los dos palos de la pila.................	los dos polos de la pila.
116....	1 y 2...	en el alchol y se precipta.	en el alcohol, se precipita.
122....	9	ácido hidro-clórico..	ácido hidro-ciánico.
126....	17 y 18.	azoadada...............	azoada.
134....	2	éste cuepo............	este cuerpo.
149....	30	adedul..................	abedul.
154....	11	se comparan..........	se compran.
Id....	24	practiea...............	practica.
158....	22	Marens.................	Marcus.
159.....	14	de la Francia de leña.	de leña en Francia.
163....	31	sacándola.............	secándola.
171....	1	rados...................	radios.
Id....	18	otro madera..........	otro madero.
Id....	18	apoyándoles..........	apoyándolos.
197....	4......	notabtes...............	notables.
226....	1	cokces..................	cokcs.
230....	23	que haga al paso.....	que haga el paso.
236. ..	1	valor del pie de mina.	valor al pie de mina.
240....	11	de las suyas..........	de las ullas.
261....	19	óxido de carbon......	óxido de carbono.
265....	21	(2,81).................	(2,18).
282....	24......	el tubo del agua......	el tubo se halla.
292....	7	lámpara de cárcel....	lámpara de Carcel.
301....	11	8/00....................	8/10.

Páginas.	Líneas.	Dice.	Léase.
Id.	14	16/000	16/100.
337.	14	riclara	rielera.
Id.	19	M. Beguerel	M. Becquerel.
338.	26	M. Bereguel	id.
343.	11	esperimentando	esperimentado.
365.	22	el cloruro seco	el cloro seco.
396.	12	el ilirio	el itrio.
423.	4	ácido manganco	ácido mangánico.
425.	17	lidio	litio.
516.	13	3 át. oxígeno	3 át. óxido.

